RESEARCH REPORT

WATER QUALITY GUIDELINE AND WATER MONITORING TOOLS FOR RESIDENTIAL WATER REUSE SYSTEMS

HEALTHY HOUSING AND COMMUNITIES SERIES

CMHC SCHL

HOME TO CANADIANS

Canada

CMHC—Home to Canadians

Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) is home to Canadians. In everything we do, we help Canadians live in safe, secure homes. As the Government of Canada's national housing agency, we play a major role in Canada's housing industry. CMHC develops new ways to finance home purchases. We encourage innovation in housing design and technology. Our mortgage loan insurance helps Canadians realize their dream of owning a home.

Canadians benefit from our work with public, private and not-for-profit partners to improve the quality, accessibility and affordability of housing everywhere in Canada.

CMHC assistance helps low-income and older Canadians, people with disabilities and Aboriginals live in decent, affordable homes. We create jobs for Canadians with products and services that help the housing industry export its knowledge and skills to other countries.

CMHC's leading-edge research improves the quality and affordability of housing. To help Canadians benefit from our housing expertise and make informed decisions, CMHC has become Canada's largest publisher of housing information. We also have Canada's most comprehensive selection of information about homes and housing.

Canadians can easily access our information through retail outlets and CMHC's regional offices.
You can also reach us by phone at
1 800 668-2642 (outside Canada, (613) 748-2003)
by fax at (613) 748-4069
To reach us online, visit our home page at www.cmhc-schl.gc.ca

Canada Mortgage and Housing Corporation supports the Government of Canada policy on access to information for people with disabilities. If you wish to obtain this publication in alternative formats, call 1 800 668-2642.

WATER QUALITY GUIDELINE AND WATER MONITORING TOOLS FOR RESIDENTIAL WATER REUSE SYSTEMS

Prepared by:

J. Stidwill and R. Dunn
totten sims hubicki associates

July, 1999

CMHC Project Officers:
Cate Soroczan and Stéphanie McFadyen

This project was carried out with the assistance of a grant from
Canada Mortgage and Housing Corporation.

One of the ways CMHC contributes to the improvement of housing and living conditions in Canada is by communicating the results of its research. Contact CMHC for a list of available information products on a variety of social, economic, environmental and technical housing-related topics.

For more information call 1 800 668-2642 or visit us on the Internet: www.cmhc-schl.gc.ca

Cette publication est aussi disponible en français sous le titre : *Lignes directrices sur la qualité de l'eau et outils de surveillance de l'eau pour les réseaux de réutilisation de l'eau dans les résidences,* PF 0382

This research project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). The contents, views and editorial quality of this report are the responsibility of the author(s) and CMHC accepts no responsibility for them or any consequences arising from the reader's use of the information, materials and techniques described herein.

Canadian Cataloguing in Publication Data

Stidwell, J.

Water quality guideline and water monitoring tools for residential water reuse systems

Issued also in French under title: Lignes directrices sur la qualité de l'eau et outils de surveillance de l'eau pour les réseaux de réutilisation de l'eau dans les résidences.
ISBN 0-660-18153-3
Cat. no. NH15-359/2000E

1. Water reuse.
2. Water quality management.
3. Water reuse—Canada.
4. Water quality management—Canada.
I. Dunn, R.
II. Canada Mortgage and Housing Corporation.
III. Title.

TD429.S77 2000 363.72'84 C00-980193-6

© 2000 Canada Mortgage and Housing Corporation. All rights reserved. No portion of this book may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, mechanical, electronic, photocopying, recording or otherwise without the prior written permission of Canada Mortgage and Housing Corporation. Without limiting the generality of the foregoing no portion of this book may be translated from English into any other language without the prior written permission of Canada Mortgage and Housing Corporation.

Printed in Canada
Produced by CMHC

101-00380

ACKNOWLEDGEMENT

We wish to acknowledge the contributions from various regulatory agencies, municipalities, associations and CMHC Project Officers for their comments and invaluable contributions to this document. In particular we wish to thank the participants of the On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol. Participants at this workshop helped to develop a consensus concerning appropriate monitoring for residential water reuse systems.

ABSTRACT

A recurring obstacle to the acceptance of water recycling technologies for residential use is the lack of a consistent and reliable monitoring strategy to ensure long-term water quality. To fulfill this need, CMHC has conducted a significant amount of research in the area of water conservation and reuse for residential applications over the last ten (10) years. The results of this work has led to funding for a number of water reuse demonstration projects. These, and other initiatives have helped to support and promote a better understanding of good planning and design practices associated with water reuse systems.

This research paper discusses the requirements for a monitoring and control protocol for small residential water reuse systems. It reports the findings of a workshop held with key personnel from health and environmental agencies: *On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol*. Key agency discussions and findings concerning the requirements of a monitoring and control protocol for on-site water reuse systems are presented.

The contents of this paper will be of particular interest to homeowners, property managers, consulting engineers and regulatory agencies wishing to assess available monitoring and control technologies and review the elements of a long-term monitoring and water quality control protocol.

This research paper does not delineate or interpret the legal framework and regulations associated with water reuse in Canada and does not constitute an approved monitoring and control protocol.

The information presented in this document should not be used without first securing competent advice with respect to its suitability for any general or specific application. Canada Mortgage and Housing Corporation makes no representation or warranty of any kind, whether expressed or implied, concerning the accuracy, completeness, suitability or utility of any information, product or protocol discussed in this publication, and assumes no liability therefor.

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION 1
   1.1 Background 1
   1.2 Purpose of the Study 1

2.0 MONITORING PROTOCOL 2
   2.1 Introduction 2
   2.2 Water Reuse Classifications Requiring a Monitoring Program 3
   2.3 Monitoring Program Objectives 3
   2.4 Water Quality Monitoring Parameters 3
      2.4.1 Physical Parameters 3
      2.4.2 Chemical Parameters 4
      2.4.3 Microbiological Characteristics 4
   2.5 Existing Monitoring Guidelines for Treated Reused Water for Toilet Flushing 5

3.0 ON-SITE WATER REUSE IN CANADA - OTTAWA '99 PROTOCOL 7
   3.1 Background 7
   3.2 Participants 7
   3.3 Round Table Format 8
   3.4 Conclusions 8
      3.4.1 Bacteriological Parameters 8
      3.4.2 Turbidity 8
      3.4.3 Colour 9
      3.4.4 Total Suspended Solids, Total Dissolved Solids, Conductivity 9
      3.4.5 Inorganic Chemicals 9
      3.4.6 Biochemical Oxygen Demand (BOD) 9
      3.4.7 Other Parameters 9
      3.4.8 Additional Issues 9
   3.5 Summary 9

4.0 CONTROL EQUIPMENT 11
   4.1 Location of Sampling Points and Handling 11
   4.2 Monitoring and Testing Considerations 11
   4.3 Monitoring and Control Equipment 12
   4.4 Microbiological Testing 13
   4.5 Chlorination/Disinfection Measurements 14
   4.6 Conductivity 15
   4.7 Colorimeters 16
   4.8 pH Meters 17
   4.9 Spectrophotometers 18
   4.10 Turbidity Meters 19
   4.11 Particle Counters 20
   4.12 Gene Probe Technology 21
   4.13 Automation 21

5.0 DISCUSSION **22**

APPENDIX A Document References **A-1**

APPENDIX B On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol **B-1**

LIST OF TABLES

Table 1 Unrestricted Urban Reuse Criteria (Toilet Flushing) 5
Table 2 CMHC Toilet Reuse Pilot Project OttawaWater Reuse Criteria 6
Table 3 Toilet Flushing Water Standards - Townshend 6
Table 4 Ottawa '99 Protocol Participant Agencies 7
Table 5 Microbiological Test Methods 13
Table 6 Chlorine Residual Test Equipment 15
Table 7 Colorimeters 17
Table 8 pH Test Equipment 18
Table 9 Spectrophotometer Equipment 18
Table 10 Turbidity Meter Equipment 19

1.0 INTRODUCTION

1.1 Background

Water management programs to encourage and improve water use efficiency are slowly being considered and incorporated into policies by all levels of government: federal, provincial and municipal. The concept of performing the same activities with less water is being undertaken by many of these agencies and is supported by recent changes in toilet, faucet and shower head designs. Using water more efficiently through demand management, repair of leaking distribution systems and other innovative approaches such as water reuse systems are examples of techniques that are being incorporated into the planning and design of residential and commercial buildings. These initiatives can help preserve the natural environment and reduce the stress on our fresh water resource.

Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) has been most supportive of these new initiatives. It has recently undertaken a number of important studies on water reuse systems including:

- Regulatory Barriers To On-Site Reuse;
- Conservation Co-op Residential Water Reclamation;
- An Application Guide For Water Reuse Systems; and
- Innovative Residential Water And Wastewater Management.

These and other research projects complement pilot water reuse systems such as CMHC's award winning Toronto Healthy Homes and the Ottawa Conservation Co-operative's demonstration water reuse system. All of these initiatives have helped to support and promote a better understanding of good planning and design practices associated with water reuse systems. The projects have stimulated an interest from regulatory agencies, municipalities and the public about how such systems could be applied and has also raised important questions about residential water reuse systems.

Across Canada, many municipalities have aging and undersized infrastructure (water and sewer). The ability of such municipalities to expand infrastructure services for housing development projects is hampered by the need to conserve water resources and costs. A dual water system (reuse system and potable system) has excellent potential to conserve water resources and reduce high costs associated with municipal infrastructure expansion. There are only a few isolated examples of Canadian housing complexes which use water reuse technologies.

1.2 Purpose of the Study

CMHC has commissioned this research paper in view of the need to develop realistic and practical water quality monitoring requirements for residential water reuse to satisfy health and safety concerns. The purpose of this paper is to help establish a long-term monitoring and control system protocol which is applicable to residential water reuse, meets the needs of homeowners, property managers and regulators, and is cost effective.

Key components of the study are to examine regulatory, health and safety concerns; identify concerns of the various responsible authorities and develop a consensus/protocol for water reuse system monitoring and control. The guideline identifies and describes various monitoring parameters and control system components which are available and reviews their application in a residential water reuse system.

2.0 MONITORING PROTOCOL

2.1 Introduction

Over the years, regulatory authorities have expressed concerns about health and safety issues in water reuse systems. Although their interest may be driven by public attitudes and perceptions, there have been very few instances where the regulatory authorities have participated in the decision-making process on the application of such systems. Additionally, when dealing with public health and safety, regulatory authorities cannot make changes to current procedures and policies on water reuse without providing extensive background data to support their decisions. Until recently, data available on the efficiency of water reuse systems has been scarce.

CMHC has dedicated a substantial amount of resources and effort towards research in water reuse. Such efforts include identifying the need, designing system guidelines, protocol testing programs and identifying regions or situations in Canada which may benefit from reuse applications. To continue with this research and practical safe application of water reuse systems, the development of a monitoring control program was deemed appropriate.

To develop this monitoring program the following activities were conducted:

- Identify monitoring program appropriate for an indirect water reuse classification (toilets);
- Review existing monitoring water reuse programs in Canada and other jurisdictions;
- Examine water quality parameters;
- Conduct a one-day round table discussion with key environmental and health decision makers; *(On-Site Reuse in Canada-Ottawa '99 Protocol)*; and
- Survey water monitoring and control equipment.

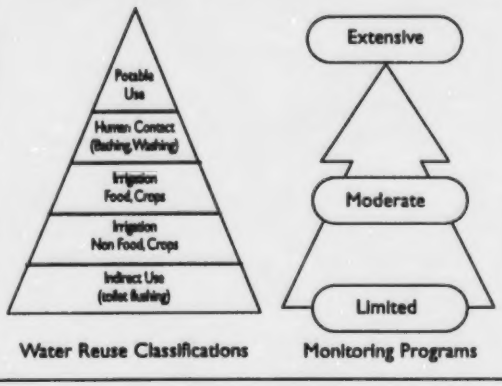
2.2 Water Reuse Classifications Requiring a Monitoring Program

Currently there are several water reuse classifications requiring monitoring programs. They are outlined in the CMHC document entitled "An Application Guide For Water Reuse Systems" (see Appendix A). The "Guidelines for Canadian Drinking Water Quality" is generally applicable for a direct potable use classification. There can be a variety of monitoring programs for the water reuse classifications: human contact (bathing, washing) irrigation (food crops) and lawn irrigation, and these should be developed in the future. This research paper concentrates on the establishment of a monitoring program for the indirect use classification (toilet use, clothes washing) because this use has lower public exposure than direct consumption. For indirect use classification, the monitoring program does not require an extensive drinking water treatment system.

Figure 1 illustrates a hierarchy of monitoring programs for water reuse. For instance, treated reused water intended for drinking purposes should be monitored to ensure that all the Canadian Drinking Water Quality parameters are adhered to and the established criteria are met. On the other hand, treated water reused for toilet use need not meet such restricted criteria since the standing water in most toilet bowls is exposed to residual contaminants.

In summary, reuse water for flushing toilets does not require a standard as high as potable use since it is not ingested or used for body contact.

Figure 1
Hierarchy of Typical Water Reuse Classifications and Monitoring Program Requirements



2.3 Monitoring Program Objectives

The objectives of this monitoring research project were three fold:

- To establish an interim monitoring protocol for the indirect water reuse systems (toilet flushing);
- To identify parameters to be monitored; and
- To establish criteria, identify control equipment and determine sampling frequency for the monitoring program.

2.4 Water Quality Monitoring Parameters

Water quality sampling parameters are generally considered to be either physical, chemical or microbiological in nature. To evaluate sampling requirements, it is important to understand that the regulation of water quality levels is likely to become more rigorous both in concentration levels and number of contaminants with the advent of better detection technologies and detection equipment sensitivity. Small treatment system operators might be expected to face more stringent water quality challenges in the future.

A brief description of each of these general water quality parameters follows.

2.4.1 Physical Parameters

The physical properties of colour, turbidity, taste and odour have the greatest subjective impact on water consumers. Physical parameters of concern such as aesthetics account for certain substances or conditions in the water, the presence of which may render the water unpalatable or unacceptable to the consumer.

The key physical properties are described as follows:

Colour: Colour is an aesthetic objective under the water quality guidelines. The presence of colour in water is not directly linked to health concerns. The target colour level for reuse of light grey water (bath/shower water) in toilets—30 TCU (True colour units)—is considered aesthetically acceptable to most consumers.

Turbidity: Acceptable turbidity levels have been established on the basis of both health and aesthetic considerations. High levels of turbidity can protect micro-organisms from the effects of disinfection, stimulate the growth of bacteria and exert a higher chlorine demand for disinfection. It is advisable to monitor chlorine residuals (when used for disinfection) and coliform levels when the turbidity approaches 5 NTU (nephelometric turbidity units). Above 5 NTU, higher coliform levels in the water may be expected without a higher disinfection effort.

Taste: Taste will not be considered in reuse applications since potable water use for reuse systems is not included in this report. Nevertheless, taste in some instances may closely correlate to a subjective evaluation of odour.

Odour: Odour cannot be objectively measured. The treatment objective is to provide water that has no offensive

odour. Odours may be attributed to a specific chemical yet are rarely indicative of the presence of harmful chemical substances. Odours may indicate undesirable biological activity in the water.

2.4.2 Chemical Parameters

Chemical parameters which may be of concern for residential water reuse systems can be closely linked to physical properties such as odour or colour. Some chemicals may cause microbiological upsets in conjunction with their discharge in private sewage disposal systems or there may be other effluent discharge concern.

If there are local soil/groundwater concerns associated with an effluent discharge through a land application, then an impact assessment should be conducted. An external monitoring program may also be considered. Groundwater and surface water sampling will likely be required to validate conclusions regarding contamination pathways. External environmental monitoring programs such as groundwater and surface water sampling are not discussed in this paper.
It is important to identify and understand whether there are any water quality concerns with the source water. In the publication "An Application Guide for Water Reuse Systems", prepared by Canada Mortgage and Housing Corporation, it is recommended that all chemical constituents in the source water be investigated. A complete and comprehensive water analysis to determine a full spectrum of parameters is advisable.

In the chemical or biochemical category there are a number of parameters which may be of interest. These constituents include:

- biochemical or chemical oxygen demand (BOD/COD);
- oxidation—reduction potential (ORP);
- dissolved oxygen (DO);
- organic compounds; and
- volatile residues.

Volatile residues of interest can also include disinfectant residuals from a water reuse system.

2.4.3 Microbiological Characteristics

Consumer acceptance of water reuse applications is closely linked with public health concerns and safe water issues. Health and safety issues for example will include microbiological contamination and the physical appearance and palatability of the water. To minimize health hazards and risks associated with exposure, the treated water should be microbiologically safe. To confirm a safe water, bacteriological testing will be necessary.

Microbiological testing techniques continue to improve in the detection of pathogenic bacteria and viruses; yet it is still not practical to attempt to isolate and test for a wide range of pathogenic organisms. Testing still relies on the presence of specific organisms which best indicate the presence of pathogens. Indicator organisms when absent tend to suggest that there are probably no disease-producing organisms present.

Bacteriological indicators are commonly used to characterize the general microbiological condition of water. Fecal coliform bacteria which occur in warm blooded animal intestines and feces are generally considered. Not all strains in the total coliform group are exclusive to fecal coliform. Some coliform groups are also present in soil and as such the use of Escherichia-coli as a contamination indicator is preferred because it is specific for mammal fecal contamination.

A number of methods can be used to detect coliform organisms in water. The following popular methods are used extensively in Canada and other countries.

TYPE	TECHNIQUE	CHARACTERISTICS
MPN (most probable number)	Typically conducted in controlled settings such as a lab. Multiple tube fermentation technique. Tests the presence of gas fermentation by-products which corresponds to a statistical estimate of the number of bacteria that would probably give the observed result more than any other.	Takes longer than MF and has largely been replaced by the MF technique in laboratories except with contaminated water containing high levels of coliforms
MF (membrane filter)	Typically conducted in controlled settings such as a lab. Requires the water sample to pass through a filter that retains bacteria. The filter is placed on an appropriate medium and incubated for 24 hours. A count of the number of colonies observed on a standard plate count is made.	
P/A Testing (Presence/ Absence test)	It is a modification of the multiple tube fermentation technique (MPN) whereby only one sample is used to detect the presence of organisms. A water sample is added to media and incubated for a period. An indicator is used; in the presence of bacterial growth, the pH of the water changes causing the indicator to change colour.	This does not provide a quantitative result but rather a qualitative indication of the presence of bacteria in a water sample.

2.5 Existing Monitoring Guidelines for Treated Reused Water for Toilet Flushing

The United States Environmental Protection Agency (USEPA) has developed an unrestricted urban reuse category that includes:

- irrigation;
- toilet flushing;
- fire protection;
- construction;
- landscape impoundments; and
- street cleaning.

A review of existing regulations and criteria reveals a wide variation in quality requirements. There are, however, only two states with regulations and criteria for toilet flushing. Criteria in United States for the unrestricted urban reuse category is shown in Table 1.

Table 1
Unrestricted Urban Reuse Criteria (Toilet Flushing)

Parameter	Range Expected	Comments
BOD	5-30 mg/l	Normally monthly average.
Total Suspended Solids	5-30 mg/l	Lower limit for most states.
Coliform	0-200 per 100 ml	Most states require no single fecal coliform count to exceed 75/100 ml or 75% of samples over month must be below detectable limits.
Turbidity	2-5 NTU	

Table 2
CMHC Toilet Reuse Pilot Project Ottawa
Water Reuse Criteria

Parameter	Light Grey Water Criteria For Toilet Flushing
Total Suspended Solids	10 mg/l
Coliform	Conform to Drinking Water Standards
Turbidity	20 NTU
Colour	30 TCU
Iron	1.0 mg/l
Manganese	0.5 mg/l

The suggested guidelines for all of the USEPA water reuse categories are noted in the "Application Guide For Water Reuse Systems" prepared by CMHC (refer to Appendix A).

When CMHC undertook a Light Grey Water Reuse Pilot Plant Project in Ottawa, an interim water quality program was developed in consultation with the Ontario Ministry of Environment and the Regional Municipality of Ottawa-Carleton Health Department. Criteria developed for the project are shown in Table 2.

The Ottawa criteria were developed with iron and manganese considerations to prevent staining of fixtures which could lead to complaints from the users of the reused water.

In the CMHC report "Advancing the Light Grey Option", Townshend suggested toilet flushing water standards shown in Table 3.

Table 3
Toilet Flushing Water Standards - Townshend

Parameters	Criteria
Turbidity	20 NTU
Colour	30 TCU
Odour	6 units
Manganese	0.5 mg/l
Copper	1.0 mg/l
Iron	1.0 mg/l

3.0 ON-SITE WATER REUSE IN CANADA - OTTAWA '99 PROTOCOL

3.1 Background

In order to move residential water reuse from an experimental stage to the mainstream and protect public health, it will be necessary to establish the elements of a monitoring program which address the needs of the regulatory agencies, homeowners and occupants. In mid April 1999, CMHC invited key personnel from health and environmental agencies to discuss requirements of a water reuse monitoring and control protocol. The goal of the round table discussion titled "On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol" was to establish mutual understanding and consensus about an appropriate monitoring program.

3.2 Participants

The key agencies who participated in the Ottawa '99 Protocol are listed in Table 4 as well as specific mandates and knowledge/involvement in water quality issues.

Table 4
Ottawa '99 Protocol Participant Agencies

Health/Environmental Agency	Reasons For Agency Consultation
Environment Canada	Involved in national standards on water quality objectives
Ontario Ministry of the Environment	Establishes water quality criteria and ensures compliance with regulations in Ontario. MOE has supported water reuse projects in the past. Positions and policies taken by the province of Ontario have assisted other provinces and territories.
Regional Municipality of Ottawa-Carleton (RMOC) Health Department	Health Department extremely influential in the protection of health of residents in the Regional Municipality of Ottawa-Carleton. RMOC Director of the Health Department is Past-President of the Canadian Public Health Association.
Regional Municipality of Ottawa-Carleton Water Division	The RMOC has closely followed CMHC research projects and has participated in the studies. Water conservation and reuse is of interest to the RMOC which includes a large urban community and rural component. It has implemented a wide range of water conservation measures and demands management initiatives.
Canadian Water and Wastewater Association (CWWA)	CWWA represents the interests of municipalities in water and wastewater issues across Canada. In recent years CWWA has been actively interested in water reuse, and through their newsletter has reported on the development of water reuse projects.
Canada Mortgage and Housing Corporation	CMHC has shown leadership in the research field of water conservation and water reuse.
totten sims hubicki (TSH)	TSH is one of the eminent firms in the design of water facilities and has a wide range of experience with water reuse systems.

Individuals representing the various agencies (please refer to Appendix B) were selected because of their expertise and knowledge of water quality issues.

3.3 Round Table Format

In the early stages of the round table discussion it was decided that the participants would focus on a particular level of water reuse, because different end uses required different standards. For this reason, the Ottawa '99 Protocol group focused on one of the most common applications, toilet water reuse. The reused water would be light grey water treated prior to being distributed to the toilets. In the development of a monitoring program it was recommended that the treatment of reused water be of the highest practical degree.

A list of the main parameters for any monitoring program was reviewed by the group. These parameters consisted of the following categories:

- **Bacteriological**
  - Fecal Coliforms
- **Physical/Chemical**
  - Turbidity
  - Colour
  - Total Suspended Solids
  - Total Dissolved Solids
  - Conductivity
  - pH
  - Inorganic Chemicals
  - Organic Chemicals
- **Biochemical Oxygen Demand (BOD)**
- **Others**
  - Odours
  - Viruses and Parasites

The discussions centred on:

- the reasons to include anyone parameter in a monitoring program;
- problems with the parameter;
- frequency of monitoring in the short term (normally determined to be the period after treatment facility has been commissioned and treatment uniform performance has been achieved);
- long-term monitoring; and
- the eventual selection of a criteria for the selected parameter.

Summary sheets were prepared for the key parameters (refer to Appendix B).

3.4 Conclusions

The basic conclusions which resulted from the Ottawa '99 Protocol are presented in the following sections:

3.4.1 Bacteriological Parameters

Monitoring for fecal coliforms in particular was concluded to be important as this parameter is associated with health risks, is well identified and can be measured readily. Although residual contamination in toilet bowls was recognized, it was concluded that a strong disinfectant, preferably chlorination, should be included in the designed system. Chlorination was the disinfectant suggested because testing is easy to perform, practical and more easily monitored than bacteria culture testing.

A limit range of 0-200 counts per 100 ml for fecal coliform, similar to body contact criteria for swimming and bathing use of water, was deemed to be acceptable from a health or public acceptability perspective. Advising the public that the water in the toilet bowl meets a body contact criteria would make water reuse more acceptable to most people.

A general conclusion included the observation that all disinfection agents may create their own specific health risks. As an example, ozonation affects air quality and would require venting around the treatment process.

3.4.2 Turbidity

Since turbidity is a key health parameter, relatively easy to check and can be monitored on-line, it was concluded that turbidity should be included in any monitoring program. A limit range of 5 to 20 NTU was deemed reasonable.

Monitoring turbidity can also indicate the efficiency of the treatment process. Elevated turbidity levels would signal a problem with the filtration process and to a lesser degree the effectiveness of the disinfection process.

3.4.3 Colour

Although colour is an aesthetic parameter, it is an important one for assessing the efficiency of the unit treatment processes. More significantly, it provides a visual indication to the users as to whether the reused treated water appears acceptable. Some discolouring of water in toilet bowl may raise complaints. A limit range of 5 to 20 TCU was selected. Since the raw water in a community may already have high colour, the range should be established based on local conditions.

It was suggested that adding a colour artificially to reuse water might be an excellent strategy. For instance, if colour was used to indicate the presence of residual disinfectant, homeowners could instantly tell if their system was working properly. The absence of colour could reveal a malfunction or stoppage in disinfection treatment similar to "blue flushes" for retail toilet pucks. A deliberately coloured reuse water can also serve as a visual indication that this is not potable water.

3.4.4 Total Suspended Solids, Total Dissolved Solids, Conductivity

Analysis of solids was considered important in the short term while the treatment facility is being commissioned. However, in the long term, testing for these parameters was considered unnecessary or less important provided the treatment facility is being monitored for other key parameters.

3.4.5 Inorganic Chemicals

Although elements such as copper, iron, manganese may be found in soap and shampoos, it was concluded that it was unnecessary to establish a monitoring program for these parameters. Again it was recommended that the main parameters of turbidity and chlorine residual be monitored. This will indicate if the treatment facility is operating in a satisfactory manner and will lead to acceptable reused water for the toilets.

3.4.6 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

BOD was considered a possible indicator of potential problems but because of the difficulties and length of time required to conduct the analysis, it was concluded that a monitoring program need not include BOD. In the early stages of the pilot plant investigation, it may be necessary to establish the overall strength of the grey water as this will have a bearing on the unit treatment design process.

3.4.7 Other Parameters

The group discussed the need for including other parameters in the monitoring program such as odours, organic chemicals, but concluded it was not required.

3.4.8 Additional Issues

There was concern that an owner/occupant could disrupt the treatment facility by using a strong cleaner or solution such as concentrated ammonia or bleach, or common commercial type products such as "Liquid Plumber" or "Drano". This led to a general consensus that occupants' education will be particularly important for a residential reuse system. Education could include an owner's manual, tips on bathroom/shower room cleaning and possibly labels on pipes and system components.

3.5 Summary

Three key elements to a monitoring program for toilet reused water were identified:

- Disinfection - to protect health and meet health agency criteria;
- Aesthetics - turbidity (related to health as well) colour, staining; and
- Operational - adequate operation of treatment facility will generally ensure water quality parameters are being met.

The round table participants concluded there are two monitoring program objectives associated with water reuse for toilets: an operation process monitoring program and a treatment quality monitoring program. The operation process monitoring program would comprise alarms and control functions to continuously operate/monitor the treatment system. This would ensure unit treatment processes are performing within their operating parameters such as initiating filter backwash when pressure losses over the unit treatment process become high. If the facility is operating properly then an acceptable quality of water would normally be produced.

4.0 CONTROL EQUIPMENT

Monitoring of the water reuse system and treated water quality represent an integral part of all system operation and maintenance functions. Monitoring criteria and parameter requirements should not be expected to remain uniform over the treatment facility's life cycle. Interim start-up concerns may be different than long-term system treatment performance considerations. The water quality design criteria should depend on the intended purpose or application of the water reuse scenario. Water quality monitoring requirements should be in proportion with the potential risk to public safety and health.

This section will describe some of the water quality parameters and their importance in water reuse applications. It will focus on available monitoring and control equipment, assessment of water quality parameters and a discussion on their suitability in residential sites.

A detailed review of basic laboratory and handling procedures is beyond the scope of this assignment. For specific information, readers should refer to: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, published by the American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Environment Federation.

4.1 Location of Sampling Points and Handling

Samples should be collected where the water enters the system and from representative points in the process train or distribution system. The following should be noted:

a) The sample must be truly representative of the whole.

b) All possible sources of sample contamination (sampling devices, motor exhausts, disturbing bottom sediments and the use of inappropriate containers) should be eliminated or reduced to a minimum level.

c) Because sample composition will change with time, continuous real time sampling and analysis equipment is preferred. When samples are delivered to a laboratory, rapid transportation is imperative especially for bacteriological analyses.

d) With sampling equipment and monitors, equipment calibration and quality control and assurance checks are important.

Standard protocols exist for routine sampling. Proper procedures for collecting samples should be followed to ensure that sample is representative of the water being sampled. Detailed instructions are provided in "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" and government publications such as the Ontario Ministry of Environment publication "A Guide to the Collection and Submission of Samples for Laboratory Analysis, sixth edition, 1989".

It is further noted that in the case of laboratory samples, the laboratory conducting the test should be consulted for their particular sample handling requirements such as preservation techniques. For bacterial flora, the testing should start as soon as possible after collection and generally should not exceed 24 hours. Refrigerated storage of samples is recommended.

4.2 Monitoring and Testing Considerations

Monitoring of a water reuse system is an integral part of system operation and maintenance. The requirements for monitoring and associated reporting should depend on the purpose of the water reuse application and be proportionate to

the potential for public safety and health risks. Monitoring requirements for a small system sized for a single residential dwelling may have to be established on a case-by-case basis.

In locations where there are no structured municipalities, there may be some difficulty in ensuring compliance and adherence with regulatory requirements. To ensure a degree of success in such localities, the following guidance is provided for the system proponent.

1. Consider one of the following approaches concerning water quality/performance monitoring and sampling:

   a) Outside laboratory analysis;
   b) In-house laboratory analysis (test kits); and
   c) On-line analysis.

2. Consider the type of parameters to be monitored, number, frequency and handling requirements when deciding on the best and most economical approach to follow.

3. Consider the ease of operation, maintenance and calibration requirements associated with any continuous on-line monitoring equipment.

4. Consider whether there are any additional advantages to incorporating monitoring equipment into the process which can help to produce good quality water and maintain a smooth treatment process.

The United States Environment Protection Agency (USEPA) has proposed guidelines based on water reclamation and reuse practices in the United States, directed at states that have not developed their own regulations or guidelines. The guidelines for a toilet flushing urban reuse classification (including landscape irrigation) are as follows:

- pH - weekly;
- BOD - weekly;
- Turbidity - continuous;
- Coliform - daily; and
- Cl_2 residual - continuous.

The USEPA guidelines state: "While the guideline should be useful in many areas outside the US, local conditions may limit the applicability of the guidelines in some countries".

The NSF in their Basic Criteria C-9 indicate similar monitoring frequency requirements for reclaimed water with one notable change in the coliform sampling, namely, weekly testing where flows are less than 5,000 m^3/d. In a restricted public access category, TSS daily sampling is recommended. It would appear the USEPA and NSF guidelines are applicable for small to large municipal systems.

In single residential applications monitoring frequencies should take into account the system design, and operational environment. The following monitoring frequency are suggested for consideration in a residential toilet reuse application:

- Cl_2 residual - daily;
- turbidity - daily;
- coliform - weekly; and
- other parameters - occasionally as required to ensure proper operation.

The remaining sections of this chapter evaluate testing and monitoring equipment in the context of grey water treatment, specifically as it relates to the parameters being measured. Recommendations for acceptance of testing equipment, devices or approaches are provided based on the adaptability to housing conditions, degree of equipment sophistication and costs. These are some of the key issues which may complicate the use and operation of the equipment and subsequent acceptance by the residential owners.

4.3 Monitoring and Control Equipment

This section discusses the various key parameters, test procedures, equipment and instruments, in the following order:

- Microbiological testing;
- Chlorination/disinfection measurements;
- Conductivity;
- Colorimeters;
- pH meters;

- Spectrophotometers;
- Turbidity meters;
- Particle counters;
- Gene probe technology; and
- Automation.

4.4 Microbiological Testing

Description

There are a number of methods and tests used to measure microbiological populations. Methods such as Membrane Filtration, heterotrophic plate count and Most Probable Number methods involve a list of equipment such as: ampule beakers, autoclave, tubes, filter funnel manifold, incubators, microscopes, and other apparatus and reagents. These methods require adherence to standard procedures, assay preparations and examinations all which may require some degree of training and microbiological understanding. If there is no prior knowledge, these microbiological tests, with the possible exception of Presence/ Absence and other similar biological activity reaction tests, should be performed in a laboratory setting.

Some microbiological test kits using fermentation tubes or luminescence methods are suitable for rapid field testing applications. These test kits include the Presence/Absence (P/A) test for bacteriological analysis. P/A tests can be effective screening devices and typically require a pre-measured medium to be added to a sample. The sample is then incubated at 35 degrees C in an autoclave for 24 hours. Colour or luminescence changes indicate the presence of test organisms.

A bioluminescence P/A method requires a sensor to detect emitted light when the sample is combined with the reagent. The reagent, commonly ATP (adenosine triphosphate), reacts with organic chemicals (luciferin) produced by the micro-organism. The reaction process emits light which can be detected to confirm the presence of micro-organisms. There are other P/A detection methods being developed such as emerging gene probe technology.

Table 5
Microbiological Test Methods

Equipment Process	Product Availability	Cost per unit or test	Comments
Continuous on-line monitoring equipment	No		There are some promising technologies such as particle counters which help to establish particle size baseline measurements.
Portable lab	Yes	$250 to $1,000	Portable lab accessory kits are available. Include medium and apparatus. Also biotrace luminometers for rapid microbial testing of water are available.
Laboratory services	Yes	$4-5 per test sample	Cost may depend on the batch number of samples. All test methods (P/A, MPN, MF) are available in laboratories.
Test kits, test strips or Ampule tube tester	Yes	$5 per test unit	Pre-prepared Presence /Absence tube testers or paddle testers are available.

Recommended Test Method For Residential Water Reuse System:

Utilize laboratory services or Presence /Absence tube testers for water quality verification purposes on an as required basis.

Note: Costs are approximate only. Laboratory costs may vary from region to region.

Cost

The cost for disposable and presterilized systems for the detection of coliforms in water range between $4 to $6 per Presence/Absence test, exclusive of any laboratory equipment such as a small autoclave. The cost for a laboratory coliform test is approximately $5 per sample.

Microbiological test methods and costs are summarized in Table 5 on page 13.

4.5 Chlorination/Disinfection Measurements

Description

Chlorination has been the predominant microbiological sterilization method used in the last several decades. The success in achieving a sterile product can be measured using a microbiological test or can be implied through surrogate testing of disinfectant levels or residuals as in the case of chlorination.

The objective in using chlorine is to achieve a chlorine contact time and to maintain a chlorine residual in the water treatment/distribution system to help control the general bacterial population. Disinfection results can be disrupted by levels of high particulate matter in the water.

To understand the effectiveness of chlorination, pH levels in the water are important. This is because chlorine is present in the water as either an hypochlorite ion above a pH of 9 and predominates as hypochlorous acid below a pH of 6.5. The germicidal efficiency of hypochlorous acid is approximately two orders of magnitude greater (100 times) than the hypochlorite ion formation. Therefore for chlorination systems, a measure of residual chlorine and the efficacy of the disinfection process is related to water pH levels.

The results of all disinfection processes, whether chlorination, ozone or UV disinfection systems, can be affected by high turbidity levels in the water. Particles in the water can shelter micro-organisms or shield organisms against direct effects of the disinfection process. Similarly high levels of organic compounds in the water such as ammonia can bond most of the chlorine chemical thereby lowering residual concentrations.

Disinfection using ozone, a powerful disinfectant, is not affected by the pH or ammonia content of the water. Ozone can also eliminate taste and odours in the water, aid in the removal of trace metals which may cause colour problems, and destroy viruses and cysts which are not as susceptible to chlorine disinfection. To ensure an effective disinfection process, instruments or tools to measure water conductivity and ozone levels are helpful. Ozone can be measured using an ozone reagent kit and a colour chart or colorimeter.

The ultraviolet (UV) disinfection process can also represent an effective means to disinfect water. As with other disinfection unit treatment processes, it is important to know the quality of the water you are working with in order to obtain the desired sterilization results. Some water parameters which can inhibit the effectiveness of UV include total dissolved solids, turbidity, suspended solids, iron and manganese, therefore knowledge of the source water levels is helpful. Ultraviolet wavelengths can also be directly measured using specific wave length light meters.

Chlorine residuals can be measured using the following equipment:

- Automatic chlorine residual analyser;
- Chlorine reagent test kits (colorimeters); and
- Thiosulphate Titrimetric Method (drop count test kit).

Automatic chlorine residual analysers need to be checked regularly generally using an amperometric titrator. The pH of the samples should also be checked so that the major chlorine constituents in the water can be determined. The disadvantage of an automatic analyser is its high cost. Microprocessor technology is used in some water monitoring equipment to test for ozone and other ions such as residual chlorine based on a specific amperometric sensor and probe. Such systems are extremely accurate, are reliable, incorporate alarm status functions and can be readily incorporated into a fully automated system.

Table 6
Chlorine Residual Test Equipment

Equipment Process	Product Availability	Cost per unit or test	Comments
Continuous on-line monitoring equipment	Yes	Varies ($1 to $5,000+)	Cost can vary depending on the number of features, auxiliary and interface requirements. Chlorine analyser based on DPD colorimetric method. Method requires total chlorine indicator and buffer solutions.
Portable hand-held instrument	Yes	Available up to $1,000	Portable spectrophotometers, colorimeter and chlorine meters are available.
Laboratory services	Yes	$5 per test sample	Subject to batch quantity pricing.
Test kits	Yes	$1 to $2 per test unit	Pre-prepared reagents with colour tubes or colour discs.

Recommended Test Method For Residential Water Reuse System:

Chlorination is the recommended disinfectant for residential water reuse systems. The use of test kits for chlorine and pH, as required to verify the process residual level, are recommended. Disinfectant levels can be treated as a surrogate bacteria test. If other disinfectants, such as ozone, are used in the treatment process, particulars such as ventilation must be taken into account. Considerations for other chemicals should also be provided to maintain safe residual levels in the distribution system.

Note: Costs are approximate only. Laboratory costs may vary from region to region.

A widely accepted method of testing chlorine residuals are the DPD (diethyl-p-phenylene diamine) comparator kit. With the comparator or DPD colorimetric test, pre-packaged tablets are dissolved in a water sample in a test cell. The chlorine residual is determined usually within 30 seconds by comparing the sample to a test colour chart. This method is familiar to homeowners who routinely test residuals in outdoor swimming pools.

Disinfection test equipment findings and recommendations are summarized in Table 6.

4.6 Conductivity

Conductivity is the ability of a solution to conduct electric current. The total quantity of free ions in the solution determines the magnitude of conductivity. Conductivity is measured in micromhos/cm. The reciprocal of conductivity is resistance. A one micromho solution is one megohm in resistivity. Typical conductivity values which may be expected from various source waters are:

Distilled water:	0.5 - 2 micromhos
Tap water:	50 - 1,500 micromhos
Wastewater:	10,000 micromhos
Ocean water:	40,000 - 50,000 micromhos

Conductivity meter readings are sensitive to water temperature. Water has a conductivity change of +/- 2% per 1 degree C. The level of total dissolved solids in a sample, measured in parts per million is equivalent to the microhm range. The concentration of dissolved ionic matter in parts per million (PPM) often may be estimated by multiplying conductivity values by an empirical factor. The factor typically varies between 0.55 and 0.9 depending on various factors such as the solution type and temperature.

Electrodes in conductivity meters may require replacement annually. Different electrodes can be

used to monitor different measurements for instance oxidation - reduction potential and pH. Small pocket size conductivity meters are available for approximately $150. Portable and benchtop units are available between $1,000 and $2,000+. Costs will vary depending on the type of optional features requested. Electrode replacements can cost from $100 to $1,000.

Electrical electrodes can be used to monitor the oxidation-reduction potential of a sample stream. For pH measurements, a reference electrolyte is used to provide a current reference potential to measure pH. Different electrolyte filling solutions, and ion selective sensing elements can be used to measure orp, ammonia, chloride, and other elements.

Conductivity measurements represent an additional cost for residential water reuse systems and the use of conductivity meters is not considered necessary provided other parameters are being monitored. It is unlikely that conductivity meters will be installed in small residential water reuse system.

4.7 Colorimeters

Description

Colorimeters can be used to test a large number of chemical parameters. Such tests are based on the colours produced when reagent indicating solutions are added to a water sample. The colour intensity of the samples are compared to known colour standards. Light absorbency or percent transmittance results in comparison to programmed calibration tests are suggested to determine chemical concentrations.

Colorimeters come in a variety of sizes ranging from table top units, small pocket portable units, to simple reagent colour matching discs kits, colour cube kits, and drop count titration indicator solutions. Colour filter photometers which can selectively measure narrow wavelength bands from the broad spectrum of light wavelengths are available. The addition of photometric or galvanometer cells can also be used to improve the accuracy and consistency of the instruments and measurement results.

Colorimeters are used to test for over 100 different parameters. Parameters range from aluminum, chlorine, iron, manganese, nitrogen, oxygen demand (chemical), ozone, phosphorus, turbidity, volatile acids, zinc and many other substances.

The accuracy of visual colorimetric tests can depend on the individuals' eye colour sensitivity. As mentioned, accuracy can be improved through the use of photocell or galvanometer cell measurements. Such instruments measure the light transmission on a galvanometer and can incorporate calibration curve adjustments. Further accuracy refinements include multiple electro photometer cell measurements which split the light to minimize errors caused by light intensity variations.

Costs

There are a large number and type of colorimeters available ranging from portable units to desk top units. Instruments typically cost $750 and higher. Costs for colorimeter reagents may typically be expected to range between $20 to $60 per packages of 50 test units.

The decision to purchase a colorimeter for a residential water reuse facility depends on the number of parameters and sampling frequency required. The cost of a colorimeter can only be economically justified in comparison to laboratory test sample costs. It is unlikely this equipment can be economically justified for use in a single residential system unless other service providers such as a laboratory are not readily available or the number and cost of testing is high.

Colorimeter test equipment findings and recommendations are summarized in Table 7.

Table 7
Colorimeters

Equipment Process	Product Availability	Cost per unit or test	Comments
Portable hand-held instrument	Yes	$700	Can be used to test for a wide range of chemicals.
Laboratory services	Yes	$3 + per parameter	Cost depends on parameter sample
Test kits	Yes	Typically less than $1 to $5 per test, depends on parameter to be tested	A wide variety of reagents, tablets and colour tubes, colour discs and test kits are available.

Recommended Test Method For Residential Water Reuse System:

The use of colorimeters for a residential water reuse system does not seem economical. Laboratory services for small sample quantities are recommended.

4.8 pH Meters

pH measurements are a unit of measure describing the degree of acidity or alkalinity of a solution. pH is measured on a log scale of 0 - 14 with pH 7 neutral, below 7 acidic and above 7 basic.

There are a wide number of different pH measurement instruments, devices and test kits available. Electrical instruments involve a potentiometer measuring the voltage change over two purpose specific electrodes. Standard titration methods which are based on the colour change in a reagent buffer solution are available including standard colorimetric tests.

Determining the concentration of specific ion species involves measuring the flow of ions across a membrane or electrode. The pH meter is generally quite reliable and can remain calibrated for a long period of time. The probe electrode will age which can cause changes and necessitate periodic adjustments. Typical meter accuracy ranges between 0.01 pH to 0.1 pH.

pH measurements can be conducted using hand-held battery operated pH testers or buffers in a liquid or tablet form. pH testers can range from as little as $40 for a battery-operated hand-held unit to $2,000 for a deluxe pH meter. Litmus paper treated with a buffer can be used for individual test results which can cost less than $1 per test unit. Reagents and tablets are typically purchased in batch sample quantities. Laboratory testing can be approximately $3 per sample.

pH readings should be conducted in conjunction with chlorine residual testing if required. With a chlorination process, the use of a hand-held battery operated tester is recommended. pH test equipment findings and recommendations are summarized in Table 8.

Table 8
pH Test Equipment

Equipment Process	Product Availability	Cost per unit or test	Comments
Continuous on-line monitoring equipment	Yes	Varies ($1 to $5,000+)	Cost can vary depending on the number of features, auxiliary and interface requirements.
Portable hand-held instrument	Yes	$40 to $1,000	Small battery-operated units are available for approximately $40. Portable units can accommodate a number of different measurement functions such as temperature, ORP, conductivity, TDS, resistivity.
Laboratory services	Yes	$3 per test sample	
Test kits	Yes	$1 to $2 per test unit	Pre-prepared reagents with colour tubes or colour discs.

Recommended Test Method For Residential Water Reuse System:

If pH measurements are required, the use of a battery-operated portable unit is recommended.

Note: Costs are approximate only. Laboratory costs may vary from region to region.

4.9 Spectrophotometers

Spectrophotometers are used for wide spectrum white light, ultraviolet or infrared range sources. Typically a monochromator such as a prism is used to separate the white light source. The isolation of wavelengths depends on the parameter test to be performed. Spectrophotometers measure the radiant energy which passes through the sample with a photoelectric device.

Sophisticated types of spectrophotometers include atomic absorption spectrophotometry. Atomic absorption units use a light beam shone through a sample aspirated in a flame and atomized. The amount of light absorbed by the atomized element in the flame can be measured in the visible and/or UV spectrum. Each element has its own characteristic absorption wavelength. Comparison of resultant wavelength to a test element source lamp allows an analysis of the various elements and their concentrations to be determined.

Spectrophotometers can measure a wide range of chemical elements in the water. Some manufactures have portable kits which can convert a battery-operated hand-held spectrophotometer to a nephelometer for turbidity measurements and a DPD chlorine residual analyser.

Spectrophotometer equipment can be expensive and as such is expected to have limited application potential in a residential water reuse system. This equipment is typically used in a laboratory setting. Desktop spectrophotometer instruments costs may be expected to range between $3,000 and $4,000 for visible light range units and up to $6,000 for UV/visual range units. Equipment recommendations are summarized in Table 9.

Table 9
Spectrophotometer Equipment

Recommendations For Residential Water Reuse System:
The use of spectrophotometers in residential water reuse systems is expected to be limited due to high equipment cost and level of operating understanding required. It is recommended that laboratory services be used for various chemical test elements, if required.

4.10 Turbidity Meters

Turbidity is a measure of the inability of light to travel through water or the lack of clarity of a liquid. Turbidity makes water cloudy and aesthetically unpleasant. The cloudy appearance is caused by suspended particles such as clay, silt, bacteria or organic matter.

Turbidity meters shine light though a liquid. The amount of light scattered is proportional to the concentration of the suspended matter in the sample. The standard method to determine turbidity is based on a visual method, Jackson turbidity units (JTU). A measurement of light scattered at right angles to the incident light can be expressed as nephelometric turbidity units (NTU).

There is no direct relationship between the intensity of light scattered at 90 degrees and the Jackson candle turbidity. Using a formalin polymer reference, a concentration of formalin suspension defined as 40 nephelometric units has an approximate turbidity of 40 Jackson units when measured on the candle turbidimeter. Therefore, using a formalin preparation, NTU and JTU values are similar although not identical. The nephelometric method tends to be more applicable over a wide turbidity range and particularly with low turbidities in treated water (0 to 5 units). The Jackson candle turbidimeter is reported not to directly measure turbidity below 25 units.

Meter calibration is required to ensure turbidity readings are accurate. Calibration results are sensitive to the turbidity value, and various parameters in the water which affect light scatter such as air content, temperature, light source, distance traversed, and particle light scattering properties.

Turbidity meters are available in portable hand-held models, laboratory meters with a number of complementary display and operational features and process on-line turbidimeters. All meters need to be calibrated to ensure accuracy and correct adjustment. As with any optical measuring equipment, keeping the sensors and windows clean are vital.

Turbidity test equipment findings and recommendations are summarized in Table 10.

Table 10
Turbidity Meter Equipment

Equipment Process	Product Availability	Cost per unit or test	Comments
Continuous on-line monitoring equipment	Yes	Varies, up to $5,000	Cost can vary depending on the number of features, auxiliary and interface requirements.
Portable hand-held instrument	Yes	$700	Portable spectrophotometers, colorimeters, nephelometric meters and pocket turbidimeter.
Laboratory services	Yes	$5 per test sample	Subject to batch quantity pricing.
Test kits			Pre-prepared reagents available for use with portable instruments.

Recommended Test Method For Residential Water Reuse System:

Depending on the number of test samples required and timing for process status information, the total expenditure should determine the preferred method. Consider utilizing a pocket turbidimeter where the sample number warrant it, otherwise the use of laboratory services is recommended.

Note: Costs are approximate only. Laboratory costs may vary from region to region.

4.11 Particle Counters

Particle counter systems are used to track and monitor the number and size of particles in a sample. The advantage of particle counting is that it can be used in a continuous mode to monitor process results and track particular particle sizes such as those associated with parasitic cysts, and more. A basic counting system includes a number of photodiode sensors which detect various laser or light source wavelengths.

Particle counters represent a relatively new technology which can be useful in optimizing or monitoring treatment processes. Particle counters can detect sizes and numbers of particles in a process stream. There are no recognized calibration standards available to accommodate counters so individual process results can show variations between instruments.

The advantages of particle counting technology is that it allows water quality data by particle size percentile statistic to be compiled. This information can be used as a water quality reference index, indicator of treatment performance, water quality trends monitor, assistance in identifying maintenance operational needs and optimizing treatment performance. Investigation can be initiated when differences or fluctuations are observed.

Particle counts can be set or defined based on known operation limits such as treated water turbidity level. This might require defining the number of partial counts in the 3 to 15 micron (10 counts) and in the less than 2 micro range (30 counts). Based on the established operational limit, a sudden increase in the number of counts within this limit could indicate something has happened in the process.

The cost of particle counting technology is high, approximately $5,000 plus an additional $4,500 for analysis and evaluation software. This is beyond the affordability limit for small treatment process units at this time. The technology is expected to find an increasing use in the future as the need for quality assurance/quality control procedures increase. This technology is expected to fill a void in the complete particle counting technology and may even in the future allow the detection of submicron size particles such as viruses and perhaps the ability to identify some of the particle composition (organic or inorganic, viable or nonviable).

The current high cost of particle counters prohibits this technology from being considered in residential water reuse systems.

4.12 Gene Probe Technology

With the understanding of genetic DNA codes, the ability to detect complex groups of microbes will expand. Gene probe testing in the past was previously limited to conventional assays for a small group of indicator organisms. New approaches which are based on identifying nucleic acid sequences from a microbe genetic code are emerging and being developed.

This technology is expected to provide a valuable alternative to the more traditional microbial analyses currently used by the water industry (bacterial culturing on selective media). The application of gene probe assays for the detection of microbes in water indicate that gene probe technology may soon provide the water industry with simple, reliable and inexpensive methods for evaluating the microbial quality of water. Research efforts in this area are continuing.

4.13 Automation

The United States General Accounting Office cited in a review of States' water regulation compliance, deficiencies in operator skill as a major factor in water treatment quality problems. Similar findings have been noted in Canadian regulatory/optimization studies. It is expected that operators of residential systems will likely have little or no formal training, and as such, maintaining a consistent and acceptable water quality performance level will represent a paramount concern for private reuse systems.

With the advent of electronic control systems and microprocessors such as remote terminal units, programmable logic controllers (PLC) and other components of a supervisory control system, full or semi automation of treatment processes are possible. Advantages of an automated process are consistent and reliable water quality results. A number of computer expert systems are available or computer logic steps can be programmed to control, analyse and monitor the process.

For a small water reuse system comprising electronic valves, pumps, monitoring equipment and disinfection units, a small programmable controller can be used. A 20 or 30 point input/output programmable controller should be adequate for a small system. The cost of a PLC can range between $500 to $1,000 per unit. Units can be programmed either through a manufacture representative for logic function array inputs or by the operator directly with user-defined functions and entry keys. An alternative to programmable controllers is to consider using electronic relays which can provide control rudimentary functions based on a simple ON/OFF logic event sequencing.

Incorporation of controllers into small water reuse systems are recommended. Operation and maintenance control requirements should be considered at the facility planning stage.

5.0 DISCUSSION

This research paper discusses the requirements for a monitoring and control protocol for small residential water reuse systems. It reports the findings of a workshop held with key personnel from health and environmental agencies: On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol. Key agency discussions and findings concerning the requirements of a monitoring and control protocol for on-site water reuse systems are summarized as presented below.

Water Quality Parameters - Ottawa '99 Protocol

1. Microbiological parameters for reuse water in toilet applications should conform to a swimming and bathing body contact criteria. A range of 0 to 200 counts per 100 mg for fecal coliforms was deemed to be reasonable from a health or public acceptability perspective. Frequent testing for residual disinfectant levels, a parameter more readily tested for than a bacteria culture, can be used to confirm proper conditions are being maintained.

2. Turbidity should be considered in any monitored program. A maximum limit of 20 NTU was deemed to be a reasonable criteria.

3. Colour as an aesthetic parameter should be established based on local conditions since raw water in a community may already have high colour.

4. Testing for solids and conductivity, while helpful in the short term for commissioning the treatment system operation, was not considered necessary for a long-term monitoring program, providing the facility is being monitored for other key parameters.

5. It was concluded that establishing monitoring criteria for other parameters such as: organic chemicals; inorganic chemicals; and biological oxygen demand, while they may be necessary in the unit treatment design process, are not deemed necessary for water reuse in toilets.

6. It was determined that a residual disinfectant level should be maintained in the distribution system. Participants at the Ottawa '99 Protocol preferred chlorination to provide residual levels in the piping system.

7. If the facility is operating properly, then an aesthetically acceptable water (colour and odour) would normally be expected.

Monitoring Control Equipment

A number of monitoring instruments and test procedures are reported. Equipment findings and strategies for incorporation into monitoring programs in residential water reuse systems are presented below.

8. For microbiological testing and/or verification purposes, the use of a private laboratory or a simple Presence/Absence tube tester is recommended.

9. In chlorine residuals testing, the use of test kits is recommended, which can be cost effective.

10. The use of specific testing equipment such as conductivity meters, colorimeters and spectrophotometers for continuous monitoring or in-house testing purposes, is considered to be too costly for a residential application. When specific organic or inorganic chemical tests are required, the use of a laboratory to perform such testing should be considered.

11. **Measurements for turbidity are recommended as part of any monitoring program. Should the number of samples be sufficient to warrant the purchase of an instrument, then a portable turbidimeter should be considered, otherwise, it is recommended that laboratory services be used to conduct turbidity tests.**

12. **There are a number of new emerging instruments and techniques such as particle counters and gene probe technologies which hold considerable promise as monitoring tools. These technologies might provide the water industry with reliable and inexpensive methods to conduct parameter testing. Future research and/or lower instrument costs will be required before such technologies become widely available.**

13. **The use and incorporation of automation controllers into small water reuse systems are recommended.**

The findings in this water quality guideline provide the basis for an interim monitoring tool protocol for indirect water reuse systems (toilet flushing). Key parameters to be monitored are identified along with suggestions on the use of control equipment and test procedures for a residential water reuse monitoring program.

It is important to emphasize that the findings and recommendations in this report do not constitute a definitive criterion or risk assessment but rather provide guidelines for consideration in a monitoring program. Each regulatory agency is expected to have their own specific concerns which may have to be addressed separately on a case-by-case basis. The information in this paper is expected to provide a good reference and starting point which can be cited by regulatory agencies, designers and homeowners in deciding the various monitoring parameters and control system components for a residential water reuse monitoring program.

APPENDIX A
DOCUMENT REFERENCES

American Water Works Association (1986), AWWA Manual M24, Second Edition, Manual of Water Supply Practices, Dual Water Systems, Denver, Colorado.

AWWA Journal (September, 1991), Application of Gene Probe Technology to the Water Industry, K. Richardson, M. Stewart, and R. Wolfe.

CMHC (1997), Regulatory Barriers To On-Site Water Reuse, Canadian Water and Wastewater Association, Ottawa, Ontario.

CMHC (1996), Monitoring Program For the Toronto Healthy Houses Water System. CMHC CR File No.: 6740-5, A. R. Townshend, Blue Heron Environmental Technology, Ottawa, Ontario.

CMHC (1998), Innovating Residential Water and Wastewater Management T. D. Waller, J. Moogrs, A. Samosite, B. Sangly, Daltecaa Dalhousie University, Nova Scotia.

CMHC (1997), An Application Guide For Water Reuse Systems, J. Stidwill, totten sims hubicki Associates, Ottawa, Ontario.

CMHC (1998), Conservation Co-op Residential Water Reclamation, R. Dunn, J. Stidwill, J. Schaefer, totten sims hubicki Associates, Ottawa Ontario.

Environmental Science & Engineering (January, 1999), Particle Counting - a powerful tool in water analysis, Jim Isenhart, Hach Company.

Health Canada (1996), Guidelines for Canadian Drinking Water Quality, Sixth Edition, Health Canada, Ottawa, Ontario.

APPENDIX B
ON-SITE WATER REUSE IN CANADA - OTTAWA '99 PROTOCOL

AGENDA

- Introduction
- Protocol Objectives
- Background
  - Water Reuse Systems
  - Barriers to the Application of Reuse Systems
- Interaction
  - Parameters to be Monitored
  - Type of Monitoring
- Where to Go From Here

INTRODUCTION

- Welcome/Thanks
- CMHC's Role/Activity in Water Reuse
- Describe Proposal
- Participants at Round Table
- Participants' Experience
- Introduce Consultant Team
- Where to Go From Here/What to Do With Information Received at Round Table

REQUIREMENTS

- Notes/Pencils
- Coffee/Donuts
- Overhead
- Clip Board/Stand
- Scotch Tape/Appendix
- Identification of Players/Seating Arrangements/Name Plates
- Resumés
- Note Taker
- Copy of MOE Drinking Water Objective Handout
- Other Handouts?

BARRIERS TO WATER REUSE

- Regulatory
  - plumbing/building codes/municipal by-laws
- Absence of controls/guidelines/ directions in Canada
- Absence of firm data on performance of reuse systems
- Abundance of water in Canada

PROTOCOL OBJECTIVES

- To Establish an Interim Monitoring Protocol for Non-Potable/Non Body Contact Reuse Systems.
- To Identify Parameters to be Monitored.
- To Establish Type of Monitoring Program to be Conducted.

WATER REUSE SYSTEMS

- Black Water/Grey Water/Light Grey Water
- Research Examples CMHC
- Reuse
  - Drinking
  - Body Contact
  - Non-Potable/Non Body Contact
    - Washing
    - Irrigation
    - Toilets

WATER REUSE PARAMETERS

- Treat to The Highest Degree/Practical/ Reasonable

A. Drinking Water Parameters
B. Body Contact Parameters
C. Non-Potable/Non Body Contact Parameters
   - Washing
   - Irrigation
   - Toilets

PARAMETER

REASONS TO INCLUDE	PROBLEMS/DIFFICULTIES

GENERAL FREQUENCY
Short Term
Long Term
Limits Range:
General Conclusion:

PARAMETERS

TOILET REUSE

A. Bacteriological
   - Coliform

B. Physical/Chemical
   - Turbidity
   - Colour
   - Total Suspended Solids
   - Total Dissolved Solids
   - Conductivity
   - pH
   - Inorganic Chemicals
   - Organic Chemicals

C. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

D. Others

MONITORING PROTOCOL

Monitoring Required

- On-Line Automatic Monitoring
- Field Kits
- Grad Samples - Commercial Laboratory
- Composite Samples - Commercial Laboratory

Frequency - Standards

TOILET REUSE PARAMETERS

AWWA Report

Restricted Urban Reuse category which includes irrigation, toilet, flooding, fire, street cleaning.

Turbidity.....2 - 5 NTU
Suspended Solids ..5 - 30 mg/L
Coliform.....75% of FC samples over 30 period below detectable. No sample above 200/100 ml
BOD .....5 - 30 mg/L

CMHC Conservation Co-op

Parameter	Concentration of Treated Light-Greywater
Total Suspended Solids	10 mg/L
Turbidity	20 ntu
Colour	30 tcu
Bacteriological	Conform to Drinking Water Standards
Iron	1.0 mg/L
Manganese	0.5 mg/L

CMHC Light Grey Option - Townshend

Turbidity .....20 ntu
Colour .....30 tcu
Manganese .....0.5 mg/L
Iron .....1.0 mg/L
Copper .....1.0 mg/L

On-Site Water Reuse in Canada Ottawa '99 Protocol Participants

Goff Jenkins
Drinking Water Specialist
Drinking Water, Wastewater and Watershed Standards Section
Standards Development Branch
Ontario Ministry of the Environment and Energy
2 St. Clair Avenue West
12th Floor
Toronto, ON M4V 1L5

Michèle Giddings
Senior Evaluator
Drinking Water Section
Product Safety Bureau, Environmental Health Directorate
Health Protection Branch, Health Canada
Jeanne Mance Building
Tunney's Pasture, Address Locator 1912A
Ottawa, ON K1A 0K9

Steve Burns
District Manager, Ottawa District
Eastern Region, Ontario Ministry of the Environment and Energy
2435 Holly Lane
Ottawa, ON K1V 7P2

T. Duncan Ellison
Executive Director
45 Rideau Street, Suite 402
Ottawa, ON K1N 5W8

Gillian Huntley
Water Management Analyst
Water Issues Branch
Ecosystems and Environmental Resources Directorate
Environment Canada
351 St. Joseph Blvd
Hull, Québec K1A 0H3

Al Raven
Director, Environmental Health, Communicable Disease Control Division
Region of Ottawa Carleton Health Department
495 Richmond Road
Ottawa, ON K2A 4A4

Trish Johnson-Cover
Manager, Waste Diversion Branch and Water Efficiency Strategy
Regional Municipality of Ottawa-Carleton
Cartier Square, 111 Lisgar Street
Ottawa, ON K2P 2L7

Christopher Ives
Senior Researcher
Canada Mortgage and Housing Corporation
National Office, 700 Montreal Road
Ottawa, ON K1A 0P7

Stéphanie McFadyen
Researcher
Canada Mortgage and Housing Corporation
National Office, 700 Montreal Road
Ottawa, ON K1A 0P7

Cate Soroczan
Researcher
Canada Mortgage and Housing Corporation
National Office, 700 Montreal Road
Ottawa, ON K1A 0P7

Robert Dunn
totten sims hubicki Associates
240 Terence Matthews Crescent
Kanata, ON K2M 2C4

John Stidwill
totten sims hubicki Associates
240 Terence Matthews Crescent
Kanata, ON K2M 2C4

Jason Schaefer
totten sims hubicki Associates
240 Terence Matthews Crescent
Kanata, ON K2M 2C4

RAPPORT DE RECHERCHE

LIGNES DIRECTRICES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU ET OUTILS DE SURVEILLANCE DE L'EAU POUR LES RÉSEAUX DE RÉUTILISATION DE L'EAU DANS LES RÉSIDENCES

SÉRIE SUR
LA MAISON ET
LES COLLECTIVITÉS
SAINES

SCHL CMHC

AU COEUR DE L'HABITATION
Canada

SCHL—Au cœur de l'habitation

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) est au cœur de l'habitation. Toutes ses activités visent à aider les Canadiens et les Canadiennes à vivre dans un logement sûr à tout point de vue.

À titre d'organisme national responsable du logement, la SCHL joue un rôle important dans le secteur canadien de l'habitation. Elle propose de nouvelles façons de financer l'achat des maisons. Elle favorise l'innovation dans le domaine de la technologie et de la conception des habitations. Grâce à son assurance prêt hypothécaire, elle aide les Canadiens et les Canadiennes à réaliser leur rêve et à posséder leur propre maison.

Les Canadiens et les Canadiennes tirent avantage de la collaboration de la SCHL avec ses partenaires des secteurs public, privé et sans but lucratif en vue d'améliorer la qualité et l'accessibilité des logements et de faire en sorte qu'ils soient plus abordables, partout au pays.

L'aide accordée par la SCHL permet aux ménages à faible revenu, aux aînés, aux personnes handicapées et aux Autochtones de vivre dans des logements convenables et abordables. La SCHL crée des emplois pour les Canadiens et les Canadiennes dans le domaine des produits et services en aidant le secteur de l'habitation à exporter ses connaissances et ses compétences dans d'autres pays.

Les recherches de pointe effectuées par la SCHL améliorent la qualité des logements et font en sorte que ceux-ci soient plus abordables. Afin d'aider les Canadiens et les Canadiennes à tirer profit de son savoir-faire dans le domaine de l'habitation et à prendre des décisions éclairées, la SCHL est devenue le plus important éditeur canadien de publications portant sur le logement. Elle possède également la collection la plus complète de documents sur l'habitat.

Les Canadiens et les Canadiennes peuvent avoir facilement accès à nos informations par l'entremise des points de vente et des bureaux régionaux de la SCHL.

Vous pouvez aussi communiquer avec nous par téléphone :
1 800 668-2642 [à l'extérieur du Canada : (613) 748-2003]
ou par télécopieur : (613) 748-4069.
Pour nous joindre en direct, visitez notre page d'accueil à l'adresse suivante : « www.cmhc-schl.gc.ca »

La Société canadienne d'hypothèques et de logement appuie la politique du gouvernement fédéral sur l'accès à l'information pour les personnes handicapées. Si vous désirez obtenir la présente publication en des médias substituts, composez le 1 800 668-2642.

LIGNES DIRECTRICES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU ET OUTILS DE SURVEILLANCE DE L'EAU POUR LES RÉSEAUX DE RÉUTILISATION DE L'EAU DANS LES RÉSIDENCES

Par :

J. Stidwill et R. Dunn

totten sims hubicki Associates

Juillet 1999

Agents de projet de la SCHL :
Cate Soroczan et Stéphanie McFadyen

Cette étude a été réalisée grâce à une subvention de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

La SCHL offre une vaste gamme de produits d'information sur le logement. Pour obtenir plus de détails, veuillez composer le 1 800 668-2642 ou visitez notre site Web à www.cmhc-schl.gc.ca

This publication is also available in English under the title: *Water Quality Guideline and Water Monitoring Tools for Residential Water Reuse Systems,* PE 0382

Cette recherche a été financée par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). La qualité rédactionnelle de ce rapport, son contenu et les opinions qui y sont émises sont de l'auteur. La SCHL ne saurait en assumer la responsabilité et se dégage de toute obligation relativement aux conséquences résultant de l'utilisation que le lecteur pourrait faire des renseignements, des matériaux ou des techniques qui y sont décrits.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Stidwell, J.

Lignes directrices sur la qualité de l'eau et outils de surveillance de l'eau pour les réseaux de réutilisation de l'eau dans les résidences

Publ. aussi en anglais sous le titre: Water quality guideline and water monitoring tools for residential water reuse systems.
Comprend des références bibliographiques.
ISBN 0-660-96337-X
No de cat. NH15-359/2000F

1. Eau — Réutilisation.
2. Eau — Qualité — Gestion.
3. Eau — Réutilisation — Canada.
4. Eau — Qualité — Gestion — Canada.
I. Dunn, R.
II. Société canadienne d'hypothèques et de logement.
III. Titre.

TD429.S77 2000 363.72'84 C00-980194-4

©2000, Société canadienne d'hypothèques et de logement.
Tous droits réservés. La reproduction, le stockage dans un système de recherche documentaire ou la transmission d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre moyen sont interdits sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Sans que ne soit limitée la généralité de ce qui précède, il est de plus interdit de traduire un extrait de cet ouvrage dans toute autre langue sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier les divers organismes de réglementation, les municipalités, les associations et les agents de projet de la SCHL, dont les observations et la participation ont été précieuses pour la réalisation du présent document. Nous souhaitons plus particulièrement remercier les participants de l'atelier *On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol* (*Réutilisation de l'eau locale au Canada - Protocole d'Ottawa 1999*). Les participants de l'atelier nous ont aidés à parvenir à un consensus concernant la surveillance appropriée aux systèmes de réutilisation de l'eau dans les résidences.

RÉSUMÉ

Un des obstacles constants à l'acceptation des techniques de recyclage de l'eau dans les utilisations résidentielles est l'absence de stratégies cohérentes et fiables de surveillance pour garantir la qualité de l'eau à long terme. Afin de répondre à ce besoin, la SCHL a effectué ces dix dernières années de vastes recherches dans le domaine de la conservation et de la réutilisation de l'eau en contexte résidentiel. Par suite de ces travaux, elle a financé un certain nombre de projets de démonstration sur la réutilisation de l'eau. Ces initiatives, parmi d'autres, ont favorisé l'appui et la promotion d'une meilleure connaissance des bonnes pratiques de planification et de conception des systèmes de réutilisation de l'eau.

Nous traitons au présent document de recherche des exigences auxquelles doit satisfaire le protocole de surveillance et de contrôle visant les petits systèmes de réutilisation de l'eau des résidences. Nous y donnons les constatations issues d'un atelier tenu avec les intervenants clés des organismes de santé et d'environnement, sous le thème *Réutilisation de l'eau locale au Canada - Protocole d'Ottawa 1999* (traduction). Nous exposons ici les interventions et les constatations des organismes clés concernant les exigences d'un protocole de surveillance et de contrôle des systèmes de réutilisation de l'eau locale.

Le présent document intéressera particulièrement les propriétaires, les gestionnaires immobiliers, les ingénieurs-conseils et les organismes de réglementation qui souhaitent évaluer ce qui existe en matière de techniques de surveillance et de contrôle et analyser les éléments d'un protocole de surveillance et de contrôle de la qualité de l'eau à long terme.

Au présent document de recherche, nous ne définissons ni n'interprétons le cadre juridique et la réglementation touchant la réutilisation de l'eau au Canada. De plus, le lecteur ne saurait y voir un protocole approuvé de surveillance et de contrôle.

Les renseignements présentés ici ne doivent pas servir sans que leur utilisation n'ait préalablement obtenu des conseils compétents sur sa pertinence pour toute application générale ou spécifique. La Société canadienne d'hypothèques et de logement ne formule aucune allégation ou garantie de quelque sorte, explicite ou implicite, concernant l'exactitude, l'intégrité, la pertinence ou l'utilité des renseignements, produits ou protocoles dont il est ici question et n'assume donc aucune responsabilité à cet égard.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1
- 1.1 Historique 1
- 1.2 Objet de l'étude 1

2.0 PROTOCOLE DE SURVEILLANCE 2
- 2.1 Introduction 2
- 2.2 Classifications de réutilisation de l'eau exigeant un programme de surveillance 2
- 2.3 Objectifs du programme de surveillance 3
- 2.4 Paramètres de surveillance de la qualité de l'eau 3
  - 2.4.1 Paramètres physiques 3
  - 2.4.2 Paramètres chimiques 4
  - 2.4.3 Caractéristiques microbiologiques 4
- 2.5 Lignes directrices actuelles de surveillance concernant l'eau traitée réutilisée pour la chasse des toilettes 6

3.0 RÉUTILISATION DE L'EAU LOCALE AU CANADA - PROTOCOLE D'OTTAWA 1999 7
- 3.1 Contexte 7
- 3.2 Participants 8
- 3.3 Structure de la table ronde 8
- 3.4 Conclusions 8
  - 3.4.1 Paramètres bactériologiques 8
  - 3.4.2 Turbidité 9
  - 3.4.3 Couleur 9
  - 3.4.4 Total des solides en suspension, total des solides dissous, conductivité 9
  - 3.4.5 Produits chimiques inorganiques 9
  - 3.4.6 Demande biologique en oxygène (DBO) 9
  - 3.4.7 Autres paramètres 9
  - 3.4.8 Autres points 9
- 3.5 Résumé 10

4.0 MATÉRIEL DE RÉGULATION 11
- 4.1 Situation de points d'échantillonnage et manutention 11
- 4.2 Aspects de surveillance et d'essai 12
- 4.3 Matériel de surveillance et de régulation 13
- 4.4 Épreuves microbiologiques 13
- 4.5 Mesures de la chloration et de la désinfection 14
- 4.6 Conductivité 16
- 4.7 Colorimètres 17
- 4.8 pHmètres 18
- 4.9 Spectrophotomètres 19
- 4.10 Turbidimètres 19
- 4.11 Compteurs de particules 20
- 4.12 Technologie d'analyse de gènes 21
- 4.13 Automatisation 21

5.0 ANALYSE 23

ANNEXE A **Bibliographie** A-1

ANNEXE B **On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol** B-1
(Réutilisation de l'eau locale au Canada - Protocole d'Ottawa 1999)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Critères de réutilisation urbaine non restreinte (chasses de toilettes) 5
Tableau 2 Critères de réutilisation de l'eau du projet pilote de la SCHL pour la réutilisation des eaux de toilettes à Ottawa 6
Tableau 3 Normes d'eau pour les chasses de toilettes - Townshend 6
Tableau 4 Organismes participant au Protocole d'Ottawa 1999 7
Tableau 5 Méthodes d'épreuves microbiologiques 14
Tableau 6 Matériel de test de chlore résiduel 15
Tableau 7 Colorimètres 17
Tableau 8 Matériel de vérification du pH 18
Tableau 9 Matériel de spectrophotométrie 19
Tableau 10 Appareils de turbidimétrie 20

1.0 INTRODUCTION

1.1 Historique

Les administrations fédérale, provinciales et municipales étudient toutes et adoptent graduellement des programmes de gestion des eaux afin de favoriser et d'augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Nombre de ces administrations envisagent d'exécuter les mêmes tâches avec moins d'eau, ce que justifient les modifications récentes dans la conception des toilettes, des robinets et des pommes de douche. Utiliser l'eau plus efficacement grâce à la gestion de la demande, à la réparation des fuites dans les réseaux de distribution et à d'autres méthodes innovatrices, comme les systèmes de réutilisation de l'eau, voilà autant d'exemples de techniques intégrées dans la planification et la conception des bâtiments commerciaux et résidentiels. Ces initiatives peuvent aider à préserver l'environnement et à réduire le stress imposé à nos ressources d'eau douce.

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) a fortement appuyé ces nouvelles initiatives. Elle a récemment amorcé un certain nombre d'études importantes sur les systèmes de réutilisation de l'eau, notamment :

- Obstacles posés par la réglementation à la réutilisation de l'eau locale;
- Conservation Co-op Residential Water Reclamation;
- Guide de demande pour les systèmes de réutilisation de l'eau;
- Innovation en matière de gestion de l'eau d'alimentation et des eaux usées en milieu résidentiel

Ces recherches et d'autres projets viennent compléter les systèmes pilotes de réutilisation de l'eau comme le programme primé de la Maison saine de la SCHL à Toronto et le système de démonstration de réutilisation de l'eau de la Conservation Co-operative d'Ottawa. Toutes ces initiatives ont favorisé une meilleure connaissance et une meilleure adoption des bonnes pratiques de planification et de conception liées aux systèmes de réutilisation de l'eau. Les projets ont stimulé l'intérêt des organismes de réglementation, des municipalités et de la population, désireux de savoir de quelle façon utiliser ces systèmes, tout en soulevant des questions importantes sur les systèmes de réutilisation de l'eau dans les résidences.

Dans l'ensemble du Canada, nombre de municipalités ont une infrastructure vieillissante et sous-dimensionnée (eau et égout). Leur capacité d'agrandir leurs services d'infrastructure pour les projets de lotissement résidentiel est limitée par la nécessité de réduire les coûts et conserver les ressources en eau. Un système combiné de distribution d'eau (système de réutilisation et système d'eau potable) offre d'excellentes perspectives d'économie des ressources en eau et de réduction des coûts élevés liés à l'expansion de l'infrastructure municipale. Il n'existe que quelques exemples isolés de complexes d'habitation canadiens qui font appel aux technologies de réutilisation de l'eau.

1.2 Objet de l'étude

La SCHL a commandé cette recherche parce qu'il est nécessaire de préparer des exigences réalistes et pratiques de surveillance de la qualité de l'eau pour les systèmes de réutilisation de l'eau des résidences afin de répondre aux impératifs d'hygiène et de sécurité. Notre objectif est de faciliter l'établissement d'un protocole de surveillance et de contrôle à long terme, qui peut s'appliquer à la réutilisation de l'eau dans les résidences et répondre aux besoins des propriétaires, des gestionnaires immobiliers et des organismes de réglementation, tout en demeurant rentable.

Les principaux points de notre étude sont l'examen des préoccupations réglementaires, ainsi que d'hygiène et de sécurité, la connaissance des préoccupations des divers organismes responsables et l'élaboration d'un consensus ou d'un protocole de surveillance et de contrôle des systèmes de réutilisation de l'eau. Nous dégageons et décrivons dans ces lignes directrices les divers paramètres de surveillance et composantes du système de contrôle qui existent et en analysons l'application dans un système de réutilisation de l'eau destiné aux résidences.

2.0 PROTOCOLE DE SURVEILLANCE

2.1 Introduction

Au fil des ans, les organismes de réglementation se sont inquiétés des risques pour la santé et la sécurité que posent les systèmes de réutilisation de l'eau. Même si leur intérêt peut découler des attitudes et des perceptions de la population, rares sont les cas où ces organismes ont pris part au processus décisionnel concernant la mise en application de ces systèmes. De plus, en matière de santé et de sécurité publiques, les organismes de réglementation ne peuvent apporter des changements aux procédures et politiques actuelles concernant la réutilisation de l'eau sans fournir à l'appui de leurs décisions une somme importante de données de base. Jusqu'à récemment, l'information sur l'efficacité des systèmes de réutilisation de l'eau était rare.

La SCHL a consacré pas mal d'efforts et de ressources aux recherches sur la réutilisation de l'eau, notamment la définition des besoins, la conception des lignes directrices des systèmes, les programmes d'essai de protocole et le repérage des régions ou situations au Canada qui pourraient tirer avantage des applications relatives à la réutilisation de l'eau. Dans le but de poursuivre ces recherches et de favoriser une application sécuritaire des systèmes de réutilisation de l'eau, on a jugé approprié de préparer un programme de contrôle et de surveillance.

Les activités suivantes ont été menées à bien pour préparer ce programme :

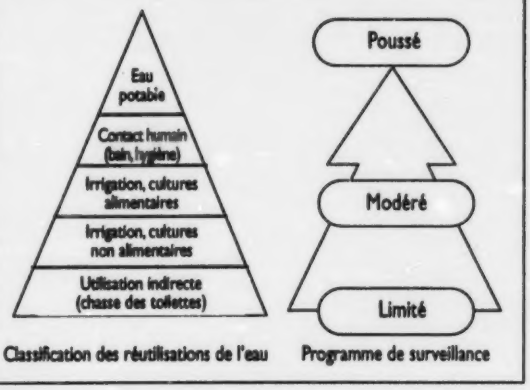
- définition du programme de surveillance approprié pour une classification de la réutilisation indirecte de l'eau (toilettes);
- examen des programmes actuels de réutilisation de l'eau avec surveillance au Canada et ailleurs;
- examen des paramètres de qualité de l'eau;
- tenue d'une table ronde d'une journée réunissant des décideurs clés des secteurs de l'environnement et de la santé; (*Réutilisation de l'eau locale au Canada - Protocole d'Ottawa 1999*);
- enquête sur le matériel de surveillance et de régulation de l'eau.

2.2 Classifications de réutilisation de l'eau exigeant un programme de surveillance

Actuellement, il existe plusieurs classifications de réutilisation de l'eau exigeant des programmes de surveillance et elles sont précisées dans un document de la SCHL qui figure à l'annexe A : *Guide de demande pour les systèmes de réutilisation de l'eau.* Les *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada* peuvent généralement s'appliquer à une classification de réutilisation directe de l'eau potable. Il peut exister toute une gamme de programmes de surveillance des classifications de réutilisation de l'eau : contact humain (bain, lavage), irrigation (cultures alimentaires) et arrosage des pelouses et il faudra, ultérieurement, préparer ces programmes. Nous nous concentrons sur l'établissement d'un programme de surveillance pour la classification de type *utilisation indirecte* (toilettes, lessive), parce que cette utilisation pose moins de risque à la population que la consommation directe. Pour la classification *utilisation indirecte*, le programme de surveillance n'exige pas de système poussé d'épuration de l'eau destinée à la consommation.

Nous illustrons à la Figure 1 une hiérarchie des programmes de surveillance pour la réutilisation de l'eau. Ainsi, l'eau réutilisée traitée comme eau de consommation doit faire l'objet d'une surveillance afin de s'assurer que l'on respecte tous les paramètres sur la qualité de l'eau potable au Canada et que l'on satisfait à tous les critères

Figure 1
Hiérarchie des classifications types de réutilisation de l'eau et des exigences en matière de programme de surveillance



établis. Par ailleurs, l'eau traitée réutilisée pour les toilettes n'a pas à satisfaire à des critères aussi restrictifs, puisque l'eau des cuvettes, la plupart du temps, est exposée à des contaminants résiduels.

En bref, l'eau réutilisée pour la chasse des toilettes n'a pas à satisfaire à une norme aussi élevée que l'eau de consommation humaine puisqu'elle n'est ni ingérée ni utilisée pour les contacts corporels.

2.3 Objectifs du programme de surveillance

Le projet de recherche sur la surveillance visait trois objectifs :

- établir un protocole provisoire de surveillance à l'endroit des systèmes de réutilisation indirecte de l'eau (chasse des toilettes);
- dégager les paramètres à surveiller;
- établir les critères, préciser le matériel de contrôle et la fréquence d'échantillonnage du programme de surveillance.

2.4 Paramètres de surveillance de la qualité de l'eau

Les paramètres d'échantillonnage de la qualité de l'eau sont généralement considérés comme physiques, chimiques ou microbiologiques. En vue d'évaluer les exigences d'échantillonnage, il est important de savoir que la réglementation des niveaux de qualité de l'eau se resserrera probablement tant en ce qui a trait aux concentrations qu'au nombre de contaminants, avec l'amélioration des techniques et de la sensibilité du matériel de détection. Il se peut que les exploitants de petits systèmes aient à relever à l'avenir des défis plus difficiles en matière de qualité de l'eau.

Voici une brève description de chacun de ces paramètres généraux de qualité de l'eau.

2.4.1 Paramètres physiques

Les paramètres physiques, par exemple la couleur, la turbidité, le goût et l'odeur, sont ceux qui ont l'effet subjectif le plus fort sur les consommateurs d'eau. Les paramètres physiques importants comme l'esthétique rendent compte de certaines substances ou d'états de l'eau susceptibles de la rendre mauvaise au goût ou inacceptable pour le consommateur.

Nous décrivons ci-après les propriétés physiques importantes :

Couleur : La couleur est un objectif esthétique, au sens des Recommandations sur la qualité de l'eau. La présence de couleur dans l'eau n'est pas directement liée à des problèmes éventuels de santé. Le niveau de couleur cible pour la réutilisation des eaux légèrement grises (eau du bain/de la douche) dans les toilettes, c'est-à-dire 30 uCV (unités de couleur vraie), est jugé esthétiquement acceptable par la plupart des consommateurs.

Turbidité : Les niveaux de turbidité acceptables ont été établis sur des considérations d'esthétique et de santé. Si les niveaux de turbidité sont élevés, cela peut protéger les micro-organismes des effets des désinfectants, favoriser la croissance des bactéries et provoquer une demande plus élevée de chlore pour la désinfection. Il est souhaitable

de surveiller les résidus de chlore (s'il est utilisé pour la désinfection) et les concentrations de coliformes si la turbidité approche 5 uTN (unités de turbidité néphélémétrique). Au delà de 5 uTN, on peut prévoir des concentrations plus fortes de coliformes dans l'eau sans qu'on ajoute davantage de désinfectant.

Goût : Le goût ne sera pas pris en compte dans les applications de réutilisation, puisque l'usage de l'eau potable pour les systèmes de réutilisation ne figure pas au présent rapport. Néanmoins, dans certains cas, le goût peut être étroitement lié à une évaluation subjective de l'odeur.

Odeur : L'odeur ne peut être mesurée objectivement. L'objectif de l'épuration est de faire en sorte que l'eau n'ait pas d'odeur désagréable. Elle peut donc être attribuée à des produits chimiques spécifiques, mais est rarement l'indice de la présence de substances chimiques nocives. L'odeur peut être l'indication d'une activité biologique indésirable dans l'eau.

2.4.2 Paramètres chimiques

Les paramètres chimiques qui peuvent être préoccupants dans les systèmes de réutilisation de l'eau des résidences peuvent être étroitement liés aux propriétés physiques, comme l'odeur ou la couleur. Certains produits chimiques peuvent causer des perturbations microbiologiques lors de leur élimination dans les systèmes d'élimination des égouts privés ou encore, il peut exister d'autres préoccupations en matière de décharge dans les effluents.

S'il existe des réserves concernant les eaux souterraines ou de ruissellement locales associées à des effluents, en cas d'épandage terrestre, il faut mener une étude d'impact. On peut également envisager un programme externe de surveillance. L'échantillonnage des eaux souterraines et des eaux de surface sera probablement nécessaire pour valider les conclusions concernant les voies de contamination. Nous ne traitons pas ici des programmes externes de surveillance environnementale, par exemple l'échantillonnage des eaux souterraines ou de surface. Il est important de savoir qu'il existe des préoccupations sur la qualité de l'eau d'origine. Dans la publication de la SCHL intitulée *Guide de demande pour les systèmes de réutilisation de l'eau*, on recommande de faire enquête sur tous les constituants chimiques de la source d'eau. Il est souhaitable d'effectuer une analyse complète et exhaustive de l'eau afin de préciser la totalité des paramètres.

Dans la catégorie des paramètres chimiques ou biochimiques, il en existe un certain nombre susceptibles de susciter l'intérêt, notamment :

- demande biochimique ou chimique en oxygène (DBO/DCO);
- potentiel d'oxydo-réduction (POR);
- oxygène dissous (OD);
- composés organiques;
- résidus volatils.

Les résidus volatils importants peuvent également comprendre les résidus de désinfectant d'un système de réutilisation de l'eau.

2.4.3 Caractéristiques microbiologiques

L'acceptation par le consommateur des applications de réutilisation de l'eau est étroitement liée aux préoccupations en matière d'hygiène publique et aux questions d'innocuité de l'eau. Les questions d'hygiène et de sécurité, par exemple, comprendront la contamination microbiologique et l'aspect physique ainsi que la palatabilité de l'eau. De façon à réduire les dangers pour la santé et les risques associés à l'exposition, l'eau traitée doit être sûre sur le plan microbiologique. Pour confirmer l'innocuité de l'eau, il faudra effectuer des épreuves bactériologiques.

Les techniques d'épreuves microbiologiques ne cessent de s'améliorer dans leur capacité de détection des virus et des bactéries pathogènes. Pourtant, il

demeure peu pratique d'essayer d'isoler une vaste gamme d'organismes pathogènes et d'effectuer des essais à cet égard. Les essais reposent encore sur la présence d'organismes spécifiques qui révèlent le mieux l'existence des pathogènes. Si les organismes indicateurs sont absents, cela tend à laisser supposer qu'il n'y a probablement pas d'organisme pathogène.

On utilise fréquemment les indicateurs bactériologiques pour qualifier l'état microbiologique général de l'eau. Les bactéries coliformes fécales que l'on retrouve dans l'intestin et les selles des animaux à sang chaud sont généralement prises en compte. Ce ne sont pas toutes les souches du groupe total des coliformes qui sont exclusives aux coliformes fécaux. Certains groupes de coliformes sont également présents dans le sol et, comme telle, l'utilisation d'Escherichia-coli en tant qu'indicateur de contamination est à préférer parce qu'il est spécifique aux contaminations par les matières fécales de mammifères.

Il existe un certain nombre de méthodes pour déceler les organismes coliformes dans l'eau. Les méthodes suivantes sont les plus largement utilisées au Canada et dans d'autres pays.

2.5 Lignes directrices actuelles de surveillance concernant l'eau traitée réutilisée pour la chasse des toilettes

L'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a mis au point une catégorie non restreinte de réutilisation urbaine comprenant :

- irrigation;
- chasse des toilettes;
- protection incendie;
- construction;
- bassins paysagés;
- nettoyage des rues.

TYPE	TECHNIQUE	CARACTÉRISTIQUES
NPP (nombre le plus probable)	S'effectue habituellement en milieu contrôlé, par exemple un laboratoire. Technique des fermentations multitubes. Vérifie la présence de sous-produits de fermentation des gaz qui correspond à une évaluation statistique du nombre de bactéries qui rendrait probablement compte du résultat observé plus que tout autre.	Prend plus de temps que la méthode FM (filtre à membrane) et largement remplacée par la technique FM en laboratoire, sauf dans le cas d'eaux contaminées contenant des fortes concentrations de coliformes
FM (filtre à membrane)	S'effectue habituellement en milieu contrôlé, par exemple dans un laboratoire. L'échantillon d'eau doit passer dans un filtre retenant les bactéries. Le filtre est placé sur un support approprié et est laissé à incuber pendant 24 heures. On fait le dénombrement des colonies observées sur une plaque standard.	
Essai de détection (Essai présence/ absence)	C'est une modification de la technique des fermentations multitubes où on utilise un seul échantillon pour déceler la présence des organismes. On ajoute au support un échantillon d'eau et le tout est incubé pendant un certain temps. On utilise un indicateur; lorsqu'il y a croissance bactérienne, le pH de l'eau change, de sorte que l'indicateur change de couleur.	Cette méthode ne donne pas de résultat quantitatif, mais plutôt un indice qualitatif de la présence de bactéries dans un échantillon d'eau.

L'examen de la réglementation et des critères actuels fait ressortir une forte variation en matière d'exigences de qualité. Toutefois, on ne trouve que deux États ayant des règlements et critères sur l'eau de chasse des toilettes. Nous donnons au Tableau 1 les critères américains pour la catégorie réutilisation urbaine non restreinte.

Les recommandations proposées pour la totalité des catégories de réutilisation de l'eau de l'EPA sont mentionnées au *Guide de demande pour les systèmes de réutilisation de l'eau* préparé par la SCHL (voir l'annexe A).

Lorsque la SCHL a lancé à Ottawa un projet d'usine pilote pour la réutilisation des eaux légèrement grises, elle a mis au point un programme provisoire de qualité de l'eau en consultation avec le ministère de l'Environnement de l'Ontario et le Service de la santé de la Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton. Nous donnons au Tableau 2 les critères élaborés pour ce projet.

Dans le rapport de la SCHL intitulé *Promotion de l'option réutilisation*, Townshend préconise pour les chasses des toilettes les normes d'eau que nous reproduisons au Tableau 3.

Tableau 1
Critères de réutilisation urbaine non restreinte (chasses de toilettes)

Paramètre	Gamme prévue	Observations
DBO	5 à 30 mg/L	Habituellement, moyenne mensuelle.
Total des solides en suspension	5 à 30 mg/L	Limite inférieure dans la plupart des États.
Coliformes	0 à 200 par 100 mL	Pour la plupart, les États exigent qu'aucun dénombrement des coliformes fécaux ne dépasse 75/100 mL ou 75 % des échantillons du mois doivent se situer en deçà des seuils détectables.
Turbidité	2 à 5 uTN	

Tableau 2
Critères de réutilisation de l'eau du projet pilote de la SCHL pour la réutilisation des eaux de toilettes à Ottawa

Paramètres	Critères des eaux légèrement grises pour les chasses de toilettes
Total des solides en suspension	10 mg/L
Coliformes	Conforme aux normes concernant l'eau potable
Turbidité	20 uTN
Couleur	30 uCV
Fer	1 mg/L
Manganèse	0,5 mg/L

Tableau 3 Normes d'eau pour les chasses de toilette - Townshend

Paramètres	Critères
Turbidité	20 uTN
Couleur	30 uCV
Odeur	6 unités
Manganèse	0,5 mg/L
Cuivre	1 mg/L
Fer	1 mg/L

3.0 RÉUTILISATION DE L'EAU LOCALE AU CANADA - PROTOCOLE D'OTTAWA 1999

3.1 Contexte

Pour que la réutilisation de l'eau dans les résidences passe du stade expérimental à la pratique courante et dans le but de protéger la santé publique, il faudra établir les éléments d'un programme de surveillance répondant aux besoins des organismes de réglementation, des propriétaires et des occupants. À la mi-avril 1999, la SCHL a invité des représentants clés des organismes du secteur de la santé et de l'environnement afin de discuter des exigences d'un protocole de surveillance et de contrôle de la réutilisation de l'eau. L'objectif de cette table ronde, Réutilisation de l'eau locale au Canada - Protocole d'Ottawa 1999 (traduction), était de parvenir à une compréhension mutuelle et à un consensus sur un programme approprié de surveillance.

Tableau 4
Organismes participant au Protocole d'Ottawa 1999

Organismes de santé/de l'environnement	Motifs de consultation de l'organisme
Environnement Canada	Concerné par les normes nationales sur les objectifs de qualité de l'eau.
Ministère de l'Environnement de l'Ontario	Établit des critères de qualité de l'eau et veille à l'observation des règlements de l'Ontario. Le MEO a par le passé appuyé des projets de réutilisation de l'eau. Les prises de position et les politiques de l'Ontario ont aidé d'autres provinces et territoires.
Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton (MROC), Service de la santé	Le Service de la santé exerce une forte influence en matière de protection de la santé des résidants de la Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton. Le directeur du Service de la santé de la MROC est président sortant de l'Association canadienne de santé publique.
Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton, Division de l'eau	La MROC a suivi de près les travaux de recherche de la SCHL et a pris part aux études. L'économie et la réutilisation de l'eau intéressent la MROC, dont le territoire couvre une vaste collectivité urbaine et un secteur rural non négligeable. Elle a mis en oeuvre une vaste gamme de mesures de conservation de l'eau et lancé des initiatives de gestion de la demande.
Association canadienne des eaux potables et usées	L'ACEPU fait valoir les intérêts des municipalités sur les questions d'eaux et d'eaux usées dans l'ensemble du Canada. Ces dernières années, l'Association s'est vivement intéressée à la réutilisation de l'eau et, dans son bulletin, elle a publié des comptes rendus sur les progrès accomplis dans ce domaine.
Société canadienne d'hypothèques et de logement	La SCHL est devenue le chef de file de la recherche dans le domaine de l'économie et de la réutilisation de l'eau.
totten sims hubicki (TSH)	La société TSH est l'un des principaux cabinets concepteurs d'installations de traitement de l'eau et possède une vaste expérience des systèmes de réutilisation de l'eau. Elle dispose aussi d'une connaissance approfondie de la réglementation et des lignes de conduite qui touchent l'application des systèmes de réutilisation de l'eau.

3.2 Participants

Nous donnons au Tableau 4 les organismes clés qui ont pris part au Protocole d'Ottawa 1999, ainsi que leur mandat spécifique, leurs connaissances et leur implication dans les questions de qualité de l'eau.

3.3 Structure de la table ronde

Aux premiers stades de la table ronde, on a décidé que les participants se concentreraient sur un niveau spécifique de réutilisation de l'eau, car des fins différentes commandaient des normes également différentes. Voilà pourquoi le groupe du Protocole d'Ottawa 1999 a mis l'accent sur l'une des applications les plus courantes, à savoir la réutilisation de l'eau dans les toilettes. L'eau réutilisée serait de l'eau légèrement grise, traitée avant d'être acheminée dans les toilettes. Lors de l'élaboration du programme de surveillance, on a recommandé l'épuration de l'eau réutilisée au degré maximal pratique.

Le groupe a analysé une liste des principaux paramètres de tout programme de surveillance, classés dans les catégories suivantes :

- **Bactériologiques**
  - Coliformes fécaux
- **Physiques/Chimiques**
  - Turbidité
  - Couleur
  - Total des solides en suspension
  - Total des solides dissous
  - Conductivité
  - pH
  - Produits chimiques inorganiques
  - Produits chimiques organiques
- **Demande biologique en oxygène (DBO)**
- **Autres**
  - Odeurs
  - Virus et parasites

Les discussions ont porté sur les points suivants :

- les raisons d'inclure tel ou tel paramètre dans un programme de surveillance;
- les problèmes concernant les paramètres;
- la fréquence de surveillance à court terme (normalement déterminée comme correspondant à la période suivant la mise en service de l'installation d'épuration et l'atteinte d'un rendement uniforme dans le traitement des eaux);
- la surveillance à long terme;
- la sélection ultérieure d'un critère pour le paramètre sélectionné.

On a préparé pour chacun des paramètres clés des fiches sommaires (voir annexe B).

3.4 Conclusions

Nous présentons dans ce qui suit les conclusions essentielles découlant du Protocole d'Ottawa 1999 :

3.4.1 Paramètres bactériologiques

La surveillance des coliformes fécaux, notamment, a été jugée importante, parce que ce paramètre est lié aux risques pour la santé, est bien défini et facilement mesurable. Même en sachant l'existence d'une contamination résiduelle dans les toilettes, on est parvenu à la conclusion qu'il fallait intégrer aux systèmes mis au point un désinfectant puissant, de préférence le chlore. Le chlore est très prisé comme désinfectant parce que les essais sont faciles à effectuer, pratiques et plus faciles à surveiller que les épreuves de culture bactérienne.

Une fourchette limite de 0 à 200 coliformes fécaux par 100 mL, analogue aux critères relatifs au contact corporel pour l'eau de natation et de bains, a été jugée acceptable du point de vue de la santé ou de l'acceptabilité publique. Informer le public que l'eau de la toilette satisfait à des critères de contact corporel rendrait la réutilisation de l'eau plus acceptable pour la majorité.

En conclusion générale, on a ajouté que tous les agents désinfectants peuvent créer eux aussi des risques pour la santé. À titre d'exemple, l'ozonation affecte la qualité de l'air et exigerait une ventilation entourant le procédé d'épuration.

3.4.2 Turbidité

Puisque la turbidité est un paramètre sanitaire clé relativement facile à contrôler et que l'on peut surveiller en direct, on est arrivé à la conclusion que la turbidité devrait figurer dans tout programme de surveillance. Une fourchette limite de 5 à 20 uTN a été jugée raisonnable.

La surveillance de la turbidité peut également témoigner de l'efficacité du procédé d'épuration. Si le taux de turbidité est élevé, cela pourrait signaler un problème dans le procédé de filtration et, dans une moindre mesure, l'efficacité du procédé de désinfection.

3.4.3 Couleur

Même si la couleur est un paramètre esthétique, il est important pour vérifier l'efficacité des procédés de traitement des appareils. Facteur plus important, elle offre aux utilisateurs un indice visuel sur l'acceptabilité apparente de l'eau traitée réutilisée. Une décoloration de l'eau dans la cuvette pourrait susciter des plaintes. On a sélectionné une tolérance limite de 5 à 20 uCV. Puisque l'eau brute de la collectivité peut déjà être fortement colorée, la tolérance doit être établie d'après la situation locale.

On a laissé entendre que l'ajout artificiel d'une couleur à l'eau réutilisée pourrait s'avérer une excellente stratégie. À titre d'exemple, si l'on utilisait la couleur pour indiquer la présence de résidus de désinfectant, les propriétaires de résidence pourraient dire instantanément si leur système fonctionne adéquatement. L'absence de couleur pourrait témoigner d'un mauvais fonctionnement ou d'un arrêt du procédé de désinfection un peu comme le « liquide bleu » des comprimés vendus au détail pour les réservoirs de toilette. De plus, si l'eau réutilisée est délibérément colorée, c'est un indice visuel qu'elle n'est pas potable.

3.4.4 Total des solides en suspension, total des solides dissous, conductivité

On a jugé importante l'analyse des solides à court terme, pendant la période où l'installation d'épuration est mise en service. Toutefois, à longue échéance, les effets concernant ces paramètres ont été jugés inutiles ou moins importants, pourvu que l'on surveille les autres paramètres essentiels dans l'installation d'épuration.

3.4.5 Produits chimiques inorganiques

Même si certains éléments comme le cuivre, le fer et le manganèse peuvent être présents dans les savons et shampooings, on a conclu qu'il n'était pas nécessaire d'établir un programme de surveillance de ces paramètres. Encore une fois, on a recommandé de surveiller plutôt les paramètres principaux, soit la turbidité et les résidus de chlore. Ce faisant, on saura que l'installation d'épuration fonctionne de manière satisfaisante et que l'eau réutilisée pour les toilettes est acceptable.

3.4.6 Demande biologique en oxygène (DBO)

La DBO a été envisagée comme indicateur possible de problèmes éventuels, mais en raison des difficultés et du long délai nécessaire pour effectuer l'analyse, on a conclu qu'il n'était pas nécessaire que le programme de surveillance comprenne la DBO. Au premier stade de l'enquête sur l'usine pilote, il pourrait être nécessaire de préciser la concentration globale de l'eau grise, car cela aura une incidence sur la conception du procédé d'épuration.

3.4.7 Autres paramètres

Le groupe a débattu de la nécessité d'ajouter d'autres paramètres au programme de surveillance, par exemple odeurs, produits chimiques organiques, mais est arrivé à la conclusion que cela n'était pas nécessaire.

3.4.8 Autres points

Les participants se sont inquiétés du risque que le propriétaire ou l'occupant perturbe le système d'épuration en utilisant une solution ou un produit de nettoyage puissant, par exemple un javellisant ou de l'ammoniac concentré, ou des produits commerciaux courants comme « Liquid Plumber » ou « Drano ». Le consensus général était donc qu'il serait particulièrement important de

sensibiliser les occupants, dans le cas d'un système de réutilisation de type résidentiel. Cela pourrait se traduire par un guide du propriétaire, des conseils de nettoyage de la salle de bains ou de la douche et éventuellement des étiquettes sur les tuyaux et sur les composantes du système.

3.5 Résumé

On a dégagé trois éléments clés pour un programme de surveillance de l'eau réutilisée dans les toilettes :

- désinfection - pour protéger la santé et satisfaire aux critères des organismes de santé;
- esthétique - turbidité (a trait également à la santé), couleur, taches;
- exploitation - par une exploitation adéquate de l'installation de traitement, on garantira généralement le respect des paramètres de qualité de l'eau.

Les participants de la table ronde sont arrivés à la conclusion que le programme de surveillance de la réutilisation de l'eau pour les toilettes vise deux objectifs : un programme de surveillance du procédé d'exploitation et un programme de surveillance de la qualité de l'épuration. Le programme de surveillance du procédé d'exploitation comporterait les fonctions d'alerte et de commande permettant d'exploiter et de surveiller en continu le système d'épuration. De cette façon, on aurait la certitude que les procédés de traitement fonctionnent à l'intérieur des paramètres d'exploitation, par exemple en amorçant le lavage à contre-courant des filtres lorsque les pertes de pression deviennent élevées dans le procédé de traitement. Si l'installation fonctionne adéquatement, on parviendrait normalement à obtenir un niveau de qualité acceptable.

4.0 MATÉRIEL DE RÉGULATION

La surveillance du système de réutilisation de l'eau et de la qualité de l'eau traitée fait partie intégrante de la totalité des fonctions d'exploitation et d'entretien du système. Les exigences concernant les critères et les paramètres de surveillance ne sauraient demeurer uniformes pendant le cycle de vie de l'installation d'épuration. Les préoccupations provisoires lors du démarrage peuvent être différentes des facteurs de rendement du système à long terme. Les critères théoriques de qualité de l'eau devraient dépendre de l'objectif ou de l'application visés dans le scénario de réutilisation de l'eau. Les exigences de surveillance et de qualité de l'eau doivent être proportionnelles au risque éventuel en matière de santé et de sécurité publiques.

Nous décrivons ici certains des paramètres de qualité de l'eau et leur importance dans les applications de réutilisation de l'eau. Nous nous concentrerons sur le matériel connu de surveillance et de régulation et l'évaluation des paramètres de qualité de l'eau, pour arriver à une analyse de leur pertinence en situation résidentielle.

Effectuer un examen détaillé des procédures élémentaires de laboratoire et de manutention déborde de la portée de notre mandat. Pour obtenir des renseignements précis, le lecteur se reportera à la publication *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* publiée par l'American Public Health Association, l'American Water Works Association et la Water Environment Federation.

4.1 Situation de points d'échantillonnage et manutention

Des échantillons doivent être prélevés à l'entrée de l'eau dans le système et dans des points représentatifs du flux à traiter ou du système de distribution. Tenir compte de ce qui suit :

a) L'échantillon doit être véritablement représentatif de l'ensemble.

b) Toutes les sources possibles de contamination de l'échantillon (dispositifs d'échantillonnage, échappements de moteur, perturbation des sédiments de fond et recours à des contenants non appropriés) doivent être éliminées le plus possible.

c) Puisque la composition des échantillons changera avec le temps, il faut privilégier le matériel d'échantillonnage et d'analyse en temps réel continu. Lorsque les échantillons sont livrés à un laboratoire, il est impératif que le transport soit rapide, particulièrement pour les analyses bactériologiques.

d) Dans le cas du matériel d'échantillonnage et de surveillance, l'étalonnage de l'équipement et le contrôle et l'assurance de la qualité sont importants.

Il existe des protocoles normalisés pour l'échantillonnage régulier. Il faut suivre des modalités appropriées de collecte des échantillons pour s'assurer que ceux-ci sont représentatifs de l'eau échantillonnée. Le lecteur trouvera des directives détaillées dans la norme mentionnée précédemment, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, ainsi que dans des publications gouvernementales comme celle du ministère de l'Environnement de l'Ontario intitulée *A Guide to the Collection and Submission of Samples for Laboratory Analysis*, sixième édition, 1989.

À propos des échantillons de laboratoire, rappelons en outre qu'il faut consulter le laboratoire responsable des essais pour connaître ses exigences de manutention des échantillons, par exemple les techniques de préservation. En ce qui a trait à la flore bactérienne, les essais doivent commencer dès que possible après la collecte et,

généralement, ne doivent pas dépasser 24 heures. On recommande d'entreposer les échantillons dans un endroit réfrigéré.

4.2 Aspects de surveillance et d'essai

La surveillance du système de réutilisation de l'eau est indissociable de l'exploitation et de l'entretien du système. Les exigences de surveillance et de rapport dépendront de l'objet de l'application de réutilisation de l'eau et seront proportionnelles aux risques éventuels pour la santé et la sécurité du public. Les exigences de surveillance, dans le cas d'un système modeste conçu pour une seule habitation pourraient devoir être établies dans chaque cas.

Dans les endroits où il n'existe aucune municipalité structurée, on pourrait avoir des difficultés à garantir l'observation et le respect des exigences réglementaires. Pour s'assurer d'un certain niveau de succès dans ces localités, les conseils suivants s'adressent au promoteur du système.

1. Envisager l'une des approches qui suit en matière de surveillance du rendement et de la qualité de l'eau et d'échantillonnage :
   a) analyse par un laboratoire extérieur;
   b) analyse interne en laboratoire (trousses d'essai);
   c) analyse en direct.

2. Tenir compte du type de paramètres à surveiller, du nombre, de la fréquence et des exigences de manutention, pour choisir l'approche la meilleure et la plus économique.

3. Tenir compte de la facilité d'exploitation, ainsi que des exigences d'entretien et d'étalonnage de tout matériel de surveillance en direct et continue.

4. Vérifier s'il y a d'autres avantages à intégrer dans le procédé le matériel de surveillance susceptible de favoriser la production d'une eau de qualité adéquate et de maintenir un procédé d'épuration sans accroc.

L'Agence de protection de l'environnement (EPA) des États-Unis a préconisé des lignes directrices fondées sur les pratiques de régénération et de réutilisation de l'eau aux États-Unis et s'adressant aux États qui n'ont pas leurs propres règlements ou lignes directrices. Voici celles concernant une classification de réutilisation urbaine de la chasse d'eau des toilettes (irrigation paysagiste comprise) :

- pH - hebdomadaire;
- DBO - hebdomadaire;
- turbidité - continue;
- coliformes - quotidienne;
- chlore résiduel - continue.

L'EPA américaine précise à ces lignes directrices que même si celles-ci seront utiles dans nombre de régions à l'extérieur des États-Unis, les conditions locales peuvent limiter leur applicabilité dans certains pays.

La NSF, dans son critère de base C-9, mentionne des exigences analogues de fréquence de surveillance des eaux régénérées, sauf un changement important pour l'échantillonnage des coliformes, c'est-à-dire un essai hebdomadaire si les débits sont inférieurs à 5 000 m^3/j. Dans une catégorie à accès public restreint, l'échantillonnage quotidien du TSS est recommandé. Il semblerait que les lignes directrices de l'EPA et de la NSF puissent s'appliquer aux réseaux municipaux, qu'ils soient grands ou modestes.

Dans les applications conçues pour une seule résidence, les fréquences de surveillance doivent tenir compte de la conception du système et de l'environnement d'exploitation. Voici les fréquences de surveillance proposées dont il faut tenir compte dans une application résidentielle de réutilisation des eaux dans les toilettes :

- chlore résiduel - quotidienne;
- turbidité - quotidienne;
- coliformes - hebdomadaire;
- autres paramètres - occasionnellement, pour garantir un fonctionnement adéquat.

Dans les autres parties du présent chapitre, nous évaluons le matériel d'essai et de surveillance dans le contexte de l'épuration des eaux grises,

particulièrement en ce que cela a trait aux paramètres à mesurer. Les recommandations concernant l'acceptation du matériel d'essai, des dispositifs ou des approches reposent sur l'adaptabilité aux conditions de logement, aux niveaux de perfectionnement de l'équipement et aux coûts. Ce sont là quelques points clés qui peuvent rendre plus délicates l'utilisation et l'exploitation de l'équipement et l'acceptation ultérieure par les propriétaires des résidences.

4.3 Matériel de surveillance et de régulation

Nous traitons ici des divers paramètres clés, des procédures d'essai, ainsi que de l'équipement et des instruments dans l'ordre suivant :

- essais microbiologiques;
- relevés de chloration et de désinfection;
- conductivité;
- colorimètres;
- pHmètres;
- spectrophotomètres;
- turbidimètres;
- compteurs de particules;
- technologie d'analyse de gènes;
- automatisation.

4.4 Épreuves microbiologiques

Description

Il existe un certain nombre de méthodes et d'épreuves servant à mesurer les populations microbiologiques. Des méthodes comme celles de la filtration par membrane, du dénombrement hétérotrophique sur plaque et du nombre le plus probable supposent une gamme appréciable de matériels : béchers ampoules, autoclave, tubes, rampe d'entonnoir de filtration, incubateurs, microscopes et autres appareils et produits réactifs. Ces méthodes nécessitent le respect de modalités normalisées, la préparation de dosages et d'examens, autant d'aspects qui peuvent exiger une certaine somme de formation et de connaissances en microbiologie. À défaut de connaissances préalables, ces épreuves microbiologiques, à l'exception peut-être de l'épreuve par présence/absence et autres épreuves de réaction à l'activité biologique de même type, devraient s'effectuer en laboratoire.

Certaines trousses d'épreuves microbiologiques faisant appel à des tubes de fermentation ou à des méthodes par luminescence peuvent convenir à des applications d'essai rapide sur le terrain. Ces trousses comprennent l'épreuve par présence/absence pour l'analyse bactériologique. Les épreuves P/A peuvent être des dispositifs efficaces de dépistage et nécessitent habituellement un milieu pré-étalonné ajouté à un échantillon. L'échantillon est alors incubé à 35 °C en autoclave pendant 24 heures. Les changements de couleur et de luminescence indiquent la présence des organismes à dépister.

Dans une méthode P/A par bioluminescence, il faut un capteur pour déceler la lumière émise lorsque l'échantillon est combiné au produit réactif. Le réactif, habituellement de l'adénosine triphosphate (ATP), réagit avec les produits chimiques organiques (luciférine) générés par le micro-organisme. La réaction émet une lumière que l'on peut déceler pour confirmer la présence d'un micro-organisme. On met au point d'autres méthodes de détection P/A, par exemple la nouvelle technologie d'analyse de gènes.

Coût

Le coût des systèmes monoservices préstérilisés de détection des coliformes dans l'eau se situe entre 4 $ et 6 $ par épreuve P/A, à l'exclusion du matériel de laboratoire, par exemple un petit autoclave. Le coût de l'épreuve en laboratoire pour les coliformes se situe à environ 5 $ l'échantillon.

Nous résumons au Tableau 5 qui suit les méthodes et les coûts des épreuves microbiologiques.

Tableau 5
Méthodes d'épreuves microbiologiques

Procédé	Disponibilité du produit	Coût par unité ou essai	Observations
Matériels de surveillance en direct continue	Non		Il existe certaines technologies prometteuses, par exemple les compteurs de particules, qui permettent des relevés de base par taille des particules.
Laboratoire portatif	Oui	250 $ à 1 000 $	Il existe des trousses d'accessoires de laboratoire portatives. Elles comprennent le milieu et les appareils. On trouve aussi des luminomètres à biotraces pour les épreuves microbiologiques rapides d'échantillons d'eau.
Services de laboratoire	Oui	4 $ à 5 $ par échantillon d'essai	Le coût peut dépendre du nombre de lots d'échantillons. Toutes les méthodes d'essai sont offertes en laboratoire (P/A, MPP, FM).
Trousses d'essai, bandes d'essai ou testeurs à tube-ampoule	Oui	5 $ par unité	Il existe des tubes testeurs P/A ou testeurs à ailettes préparés.

Méthode d'essai recommandée pour système de réutilisation de l'eau des résidences :

Recourir à des services de laboratoire ou à des tubes testeurs P/A au besoin pour la vérification de la qualité de l'eau.

Remarque : Les coûts ne sont qu'approximatifs. Les frais de laboratoire peuvent varier d'une région à l'autre.

4.5 Mesures de la chloration et de la désinfection

Description

Depuis plusieurs décennies, la chloration est la méthode privilégiée pour la stérilisation microbiologique. On peut mesurer la réussite en matière de stérilisation d'un produit à l'aide d'une épreuve microbiologique ou la supposer par des épreuves indirectes des concentrations ou résidus de désinfectant, comme c'est le cas dans la chloration.

Lorsqu'on utilise du chlore, l'objet est d'atteindre un temps de contact du chlore et de maintenir dans le réseau d'épuration et de distribution une concentration de chlore résiduel permettant de réguler la population bactérienne en général. Les résultats de la désinfection peuvent être perturbés par des concentrations élevées de particules de matière dans l'eau.

Pour comprendre l'efficacité de la chloration, il est important de connaître le niveau de pH de l'eau, parce que le chlore y est présent soit sous forme d'ions hypochlorites au-delà d'un pH de 9 et prédomine sous forme d'acide hypochloreux si le pH est inférieur à 6,5. L'efficacité germicide de l'acide hypochloreux est supérieure d'environ deux ordres de grandeur (100 fois) à la formation d'ions hypochlorites. Voilà pourquoi, dans les systèmes de chloration, la mesure du chlore résiduel et de l'efficacité du processus de désinfection est liée au niveau de pH de l'eau.

Dans tout processus de désinfection, que ce soit la chloration, l'ozonation ou la désinfection UV, les résultats peuvent être modifiés si les niveaux de turbidité de l'eau sont élevés. Les particules présentes dans l'eau peuvent abriter des effets directs du processus de désinfection les micro-organismes ou les organismes formant écran. De

la même façon, de fortes concentrations de substances organiques dans l'eau, par exemple l'ammoniac, peuvent lier la plus grande partie du chlore, réduisant ainsi les concentrations résiduelles.

L'ozone constitue un désinfectant puissant et n'est pas touché par le pH ou la teneur en ammoniac de l'eau. De plus, l'ozone peut éliminer le goût et les odeurs dans l'eau, faciliter l'élimination des métaux à l'état de traces qui peuvent provoquer des problèmes de couleur, et détruire les virus et les spores qui ne sont pas aussi sensibles à la désinfection par chloration. De façon à garantir un processus de désinfection efficace, il est utile de disposer d'instruments ou d'outils pour mesurer la conductivité de l'eau et les concentrations d'ozone. On peut mesurer l'ozone avec une trousse de réactif à l'ozone et un nuancier ou colorimètre.

Le procédé de désinfection aux ultraviolets (UV) peut aussi constituer un moyen efficace de désinfection de l'eau. Comme pour les autres procédés d'épuration, il est important de savoir quelle est la qualité de l'eau, de façon à obtenir la stérilisation voulue. Parmi les paramètres de l'eau qui peuvent inhiber l'efficacité de la désinfection UV, il faut mentionner le total des solides dissous, la turbidité, les solides en suspension, le fer et le manganèse et, pour cette raison, il est utile de connaître les concentrations dans l'eau d'origine. On peut aussi mesurer directement les longueurs d'ondes dans l'ultraviolet à l'aide d'appareils mesurant la lumière sur certaines longueurs d'ondes.

On peut mesurer le chlore résiduel à l'aide de l'équipement suivant :

- analyseur automatique de chlore résiduel;
- trousses d'épreuves de réactif au chlore (colorimètres);
- méthode de titrage du thiosulphate (trousse de test de dénombrement des gouttes).

Les analyseurs automatiques de chlore résiduel doivent être vérifiés périodiquement, en général à l'aide d'une titreuse ampérométrique. Il faut aussi vérifier le pH des échantillons afin de préciser les principaux constituants chlorés dans l'eau. L'inconvénient de l'analyseur automatique est son coût élevé. Dans certains matériels de surveillance de l'eau, on fait appel à des microprocesseurs pour mesurer les concentrations d'ozone et d'autres ions, par exemple le chlore résiduel, à l'aide d'un capteur et d'une sonde ampérométrique spécifique. Ce sont là des systèmes extrêmement précis, fiables, comportant des fonctions d'état d'alerte et que l'on peut facilement intégrer à un système entièrement automatisé.

L'une des méthodes largement acceptées de test du chlore résiduel est la trousse de comparaison DPD (diéthyl-p-phénylène-diamine). Lorsqu'on utilise le test comparateur ou colorimétrique à la DPD, on dissout dans un échantillon d'eau versé dans une cellule d'essai des comprimés pré-emballés. On détermine habituellement le chlore résiduel en moins de 30 secondes en comparant l'échantillon à un nuancier d'épreuve. Cette méthode est connue des propriétaires de résidence qui effectuent des tests réguliers sur le chlore résiduel de leur piscine extérieure.

Nous résumons au Tableau 6 les constatations et recommandations sur le matériel de test de désinfection.

4.6 Conductivité

On appelle conductivité la capacité d'une solution de laisser passer le courant électrique. La quantité totale d'ions libres dans la solution détermine l'ampleur de la conductivité. Celle-ci se mesure en microsiemens/cm. La réciproque de la conductivité est la résistance. Une solution à un microsiemens a une résistivité de 1 megohm.

Tableau 6
Matériel de test de chlore résiduel

Équipement	Disponibilité du produit	Coût par unité ou essai	Observations
Matériel de surveillance continue en direct	Oui	Varie (de 1 $ à 5 000 $ et plus)	Le coût peut varier selon le nombre de fonctions et des exigences de dispositifs auxiliaires et d'interface. Analyseur de chlore d'après la méthode colorimétrique DPD. Cette méthode exige un indicateur de chlore total et des solutions tampons.
Instrument portatif tenant dans la main	Oui	Disponible, jusqu'à 1 000 $	Il existe sur le marché des spectrophotomètres, colorimètres et chloromètres portatifs.
Services de laboratoire	Oui	5 $ par échantillon d'essai	Sous réserve de prix selon la quantité par lots.
Trousses d'essai	Oui	1 $ à 2 $ par unité de test	Réactifs préparés d'avance avec tubes ou disques de couleurs.

Méthode d'essai recommandée pour système de réutilisation de l'eau des résidences :

Le désinfectant recommandé pour ces systèmes est la chloration. Nous recommandons le recours à des trousses d'épreuves pour le chlore et le pH selon les besoins pour vérifier les concentrations résiduelles dans le procédé. Les concentrations de désinfectant peuvent être obtenues par une épreuve bactériologique indirecte. Si on utilise dans le procédé d'autres désinfectants, par exemple l'ozone, il faut tenir compte de certains facteurs comme la ventilation. Il faudrait aussi envisager d'autres produits chimiques pour maintenir des concentrations résiduelles sécuritaires dans le réseau de distribution.

Remarque : Les coûts ne sont qu'approximatifs. Les frais de laboratoire peuvent varier d'une région à l'autre.

Habituellement, les valeurs de conductivité auxquelles on peut s'attendre dans les eaux de diverses sources sont les suivantes :

Eau distillée : 0,5 à 2 microsiemens
Eau du robinet : 50 à 1 500 microsiemens
Eaux usées : 10 000 microsiemens
Eau de mer : 40 000 à 50 000 microsiemens

Les lectures du conductimètre sont sensibles à la température de l'eau. La conductivité de l'eau change de +/- 2 % par degré Celsius. Les concentrations totales de solide dissous dans un échantillon, mesurées en millionnièmes (parties par million), sont équivalentes à la gamme des microsiemens. La concentration de matière ionique dissoute en millionièmes (PPM) peut souvent être évaluée en multipliant les valeurs de conductivité par un facteur empirique. Ce facteur varie habituellement entre 0,55 et 0,9 selon une gamme de facteurs, par exemple le type et la température de la solution.

Les électrodes des conductimètres peuvent devoir être remplacées chaque année. On peut utiliser des électrodes différentes pour mesurer divers paramètres, tels que le potentiel d'oxydo-réduction et le pH. Il existe, à un coût d'environ 150 $, de petits conductimètres de poche. Les appareils portatifs et portables sont offerts entre 1 000 $ et 2 000 $ et plus. Le coût variera selon le type de fonctions facultatives demandées. Les électrodes peuvent coûter de 100 $ à 1 000 $.

On peut utiliser des électrodes électriques pour mesurer le potentiel d'oxydo-réduction (POR) d'un flux échantillon. Dans le cas du pH, on utilise un électrolyte de référence pour obtenir un potentiel de référence de courant et mesurer le pH. On peut utiliser diverses solutions de charge d'électrolyte et des éléments récepteurs d'ions sélectifs pour mesurer le POR, l'ammoniac, le chlore et d'autres éléments.

Les relevés de conductivité sont un coût supplémentaire des systèmes de réutilisation de l'eau des résidences et le recours à des conductimètres n'est pas jugé nécessaire pourvu que l'on surveille les autres paramètres. Il est peu probable qu'on installera des conductimètres dans les petits systèmes de réutilisation de l'eau des résidences.

4.7 Colorimètres

Description

On peut utiliser des colorimètres pour vérifier un grand nombre de paramètres chimiques. Ces épreuves reposent sur les couleurs produites lorsque l'on ajoute à un échantillon d'eau des solutions indicatrices à agent réactif. On compare ensuite l'intensité de couleur des échantillons aux normes de couleur connues. On préconise, pour préciser les concentrations de produits chimiques, de comparer le pouvoir d'absorption de la lumière ou le pourcentage de transmittance à des tests d'étalonnage programmés.

Les colorimètres sont de diverses dimensions, des modèles de table aux petits appareils de poche, sans oublier les trousses simples de disques de correspondance couleur à agent de réaction, trousses de cubes de couleur et solutions indicatrices de titrage par dilution. Il existe des photomètres à filtre de couleur qui peuvent sélectivement mesurer des largeurs de bande étroites du spectre global des longueurs d'ondes de la lumière. On peut aussi, par l'ajout de cellules de photométrie ou de galvanomètre, augmenter l'exactitude et la cohérence des instruments et des résultats des relevés.

Les colorimètres servent à vérifier plus de 100 paramètres distincts, par exemple aluminium, chlore, fer, manganèse, azote, demande d'oxygène (chimique), ozone, phosphore, turbidité, acides volatils, zinc et nombre d'autres substances. L'exactitude des épreuves colorimétriques habituelles peut dépendre de la sensibilité d'une personne aux couleurs. Comme nous l'avons mentionné, il est possible d'améliorer l'exactitude au moyen de relevés effectués à l'aide d'une cellule photométrique ou d'un galvanomètre. Ces instruments mesurent la transmission de la lumière sur un galvanomètre et peuvent comporter des réglages de la courbe d'étalonnage. Parmi les autres perfectionnements de l'exactitude, il faut mentionner les relevés par cellules multiples à électrophotomètre qui subdivisent la lumière pour réduire les erreurs dues aux variations d'intensité de la lumière.

Coût

Il existe un grand nombre de types de colorimètres, des appareils portatifs aux appareils de table. Habituellement, ces instruments coûtent 750 $ ou davantage. Le coût des produits de réaction des colorimètres peut habituellement se situer entre 20 $ et 60 $ par paquet de 50 unités d'essai.

Table 7
Colorimètres

Équipement	Disponibilité	Coût par unité ou essai	Observations
Appareil portatif à main	Oui	700 $	Peut permettre d'effectuer des tests pour une vaste gamme de produits chimiques.
Services de laboratoire	Oui	3 $ ou plus par paramètre	Le coût dépend de l'échantillon du paramètre
Trousses d'essai	Oui	Habituellement, moins de 1 $ à 5 $ par essai, selon le paramètre à vérifier	Il existe une vaste gamme de produits de réaction, de comprimés, de tubes et disques de couleur et de trousses d'essai.

Méthode d'essai recommandée pour système de réutilisation de l'eau des résidences :

L'utilisation de colorimètres pour un système de réutilisation de l'eau des résidences ne semble pas économique. Nous recommandons les recours aux services d'un laboratoire pour de faibles quantités d'échantillon.

La décision d'acquérir un colorimètre pour une installation de réutilisation de l'eau des résidences dépend du nombre de paramètres et de la fréquence d'échantillonnage. Le coût d'un colorimètre ne peut se justifier sur le plan économique que comparativement au coût des échantillons analysés en laboratoire. Il est peu probable que ce matériel puisse se justifier économiquement dans un seul système résidentiel, à moins que d'autres fournisseurs de services, par exemple un laboratoire, ne soient pas à portée immédiate ou que le nombre et le coût des essais soient élevés.

Nous résumons au Tableau 7 les constatations et recommandations concernant le matériel d'essai par colorimétrie.

4.8 pHmètres

La mesure du pH décrit le niveau d'acidité ou d'alcalinité d'une solution. On mesure le pH sur une échelle logarithmique de 0 à 14, un pH de 7 étant neutre, en deçà de 7, il est acide et au-dessus, basique.

Il existe un grand nombre d'instruments, de dispositifs et de trousses d'essai pour mesurer le pH. Dans les appareils électriques, un potentiomètre mesure le changement de tension sur deux électrodes spécialisées. Il existe aussi des méthodes normalisées de titrage qui reposent sur le changement de couleur dans une solution tampon de produits chimiques réactifs, notamment des épreuves colorimétriques normalisées.

Pour déterminer la concentration de certains ions, il faut mesurer la circulation des ions à travers une membrane ou une électrode. Le pHmètre est généralement assez fiable et peut demeurer étalonné longtemps. L'électrode sonde vieillira, ce qui peut entraîner des changements et nécessiter des réglages périodiques. L'exactitude type de ces appareils se situe entre un pH de 0,01 à 0,1.

On peut mesurer le pH à l'aide de petits appareils à piles ou de tampons sous forme de liquide ou de comprimés. Le prix des pHmètres peut varier d'aussi peu que 40 $ pour un appareil à piles tenant dans la main jusqu'à 2 000 $ pour un pHmètre haut de gamme. On peut utiliser du papier indicateur traité à l'aide d'un tampon pour

Tableau 8
Matériel de vérification du pH

Équipement	Disponibilité	Coût par unité ou essai	Observations
Matériel de surveillance continue en direct	Oui	Varie (de 1 $ à 5 000 $ et plus)	Le prix peut varier selon le nombre de caractéristiques, les exigences d'interface et les dispositifs auxiliaires.
Instrument portatif de poche	Oui	De 40 $ à 1 000 $	On peut se procurer de petits appareils à piles pour environ 40 $. Les appareils portatifs peuvent accomplir nombre de fonctions de mesure différentes, par exemple température, POR, conductivité, TSD, résistivité.
Services de laboratoire	Oui	3 $ par échantillon d'essai	
Trousses d'essai	Oui	1 $ à 2 $ par unité d'essai	Produits de réaction préparés d'avance avec tubes ou disques de couleurs.
Méthode d'essai recommandée pour système de réutilisation de l'eau des résidences : S'il faut mesurer le pH, on recommande d'utiliser un appareil portatif à piles.			

Tableau 9
Matériel de spectrophotométrie

Recommandation pour système de réutilisation de l'eau des résidences :
Les spectrophotomètres seront d'utilisation limitée dans les systèmes de réutilisation de l'eau des résidences en raison du coût élevé du matériel et du niveau de connaissance que nécessite leur fonctionnement. On recommande de recourir à des services de laboratoire pour les divers éléments d'épreuve chimique, si nécessaire.

des résultats d'épreuves individuelles à moins de 1 $ par unité de test. Habituellement, les produits de réaction et les comprimés s'achètent par lots. Les épreuves en laboratoire peuvent coûter environ 3 $ par échantillon.

Les lectures du pH doivent être menées avec les vérifications du chlore résiduel si nécessaire. Dans un processus de chloration, on recommande un testeur à main fonctionnant sur piles. Nous résumons au Tableau 8 les constatations et recommandations sur le matériel de lecture du pH.

4.9 Spectrophotomètres

Les spectrophotomètres s'utilisent pour les sources de lumière blanche à large spectre, les ultraviolets et la gamme des infrarouges. Habituellement, on utilise un monochromateur, par exemple un prisme, pour séparer la source de lumière blanche. Les longueurs d'ondes à isoler dépendent du test de paramètre à exécuter. Les spectrophotomètres mesurent l'énergie de rayonnement qui traverse l'échantillon, à l'aide d'un dispositif photoélectrique.

Dans les spectrophotomètres très perfectionnés, on fait appel à la spectrophotométrie d'absorption atomique. Ces appareils utilisent un faisceau lumineux passant à travers un échantillon aspiré dans une flamme et atomisé. La quantité de lumière absorbée par l'élément atomisé dans la flamme est mesurable dans le spectre visible ou les ultraviolets. Chaque élément a ses propres caractéristiques d'absorption des longueurs d'ondes. En comparant la longueur d'ondes résultante à une lampe source de l'élément contrôleur, on peut analyser les divers éléments et préciser leurs concentrations.

Grâce aux spectrophotomètres, on peut mesurer une vaste gamme d'éléments chimiques présents dans l'eau. Certains fabricants offrent des trousses portatives permettant de convertir un spectrophotomètre de poche à piles en néphélémètre pour mesurer la turbidité et en analyseur de chlore résiduel à DPD.
Le matériel de spectrophotométrie peut être coûteux, de sorte qu'il aura des possibilités limitées d'application dans un système de réutilisation de l'eau des résidences. On utilise habituellement ce matériel en laboratoire. Les spectrophotomètres de table peuvent coûter entre 3 000 $ et 4 000 $ dans le cas des appareils mesurant les longueurs d'ondes visibles et jusqu'à 6 000 $ pour ceux qui mesurent la gamme des ultraviolets et des rayonnements visibles. Nous résumons au Tableau 9 les recommandations concernant ce matériel.

4.10 Turbidimètres

La turbidité est la mesure de l'incapacité de la lumière de traverser l'eau ou du manque de clarté d'un liquide. Lorsque l'eau est trouble et désagréable à voir, il y a turbidité. L'aspect trouble est causé par des particules en suspension, par exemple l'argile, le limon, les bactéries ou les matières organiques.

Le turbidimètre fait passer de la lumière dans un liquide. La quantité de lumière dispersée est proportionnelle à la concentration des matières en suspension dans l'échantillon. La méthode normalisée pour déterminer la turbidité repose sur une méthode visuelle, les unités Jackson ou uTJ. La mesure de la lumière dispersée à angle droit par rapport à la lumière incidente peut s'exprimer en unités de turbidité néphélémétrique ou uTN.

Il n'existe pas de rapport direct entre l'intensité de la lumière dispersée à 90 degrés et le turbidimètre à bougie de Jackson. En utilisant comme référence un polymère de formaldéhyde, une concentration de formaldéhyde en suspension définie à 40 unités néphélémétriques a une turbidité approximative de 40 unités de Jackson, mesurée sur un turbidimètre à bougie. Par conséquent, si l'on utilise une préparation de formaldéhyde, les valeurs uTN et uTJ sont analogues, mais non identiques. La méthode néphélémétrique tend à s'appliquer davantage à une vaste gamme de turbidités et particulièrement aux turbidités faibles dans l'eau traitée (0 à 5 unités). Le turbidimètre à bougie de Jackson est connu pour ne pas pouvoir mesurer directement la turbidité en deçà de 25 unités.

Il faut étalonner le compteur pour garantir des lectures de turbidité précises. Les résultats de l'étalonnage sont sensibles à la valeur de la turbidité et à divers paramètres de l'eau qui influent sur la dispersion de la lumière, par exemple la teneur en air, la température, la source d'éclairage, la distance parcourue et les propriétés de photodispersion des particules.

Les turbidimètres existent en modèles de poche portatifs, en compteurs de laboratoire équipés d'un nombre d'afficheurs complémentaires et de fonctionnalités opérationnelles. On trouve aussi des turbidimètres à traitement en direct. Tous ces appareils doivent être étalonnés pour en garantir l'exactitude et le réglage correct. Comme pour tout matériel de mesure optique, il est essentiel que les capteurs et les lunettes ou fenêtres soient propres.

Tableau 10
Appareils de turbidimétrie

Équipement	Disponibilité	Coût par unité ou essai	Observations
Appareil de surveillance continue en direct	Oui	Variable, peut atteindre 5 000 $	Le coût peut varier selon le nombre de fonctions, les dispositifs auxiliaires et les exigences d'interface.
Appareil de poche portatif	Oui	700 $	Spectrophotomètres, colorimètres, compteurs néphélémétriques portatifs et turbidimètres de poche.
Services de laboratoire	Oui	5 $ par échantillon d'essai	Dépend des prix par lot.
Trousses d'essai			Produits de réaction préparés d'avance offerts pour les instruments portatifs.

Méthode d'essai recommandée pour système de réutilisation de l'eau des résidences :

Selon le nombre d'échantillons d'essai nécessaire et le temps de traitement de l'information, les dépenses totales doivent déterminer la méthode à privilégier. Envisager l'utilisation d'un turbidimètre de poche si le nombre d'échantillons le justifie; autrement, il vaut mieux recourir à un laboratoire.

Remarque : Les coûts ne sont qu'approximatifs. Les frais de laboratoire peuvent varier d'une région à l'autre.

Nous résumons au Tableau 10 les constatations et recommandations sur les appareils de turbidimétrie.

4.11 Compteurs de particules

Les compteurs de particules servent à déceler et à surveiller le nombre et la taille des particules dans un échantillon. L'avantage du compteur de particules est qu'il peut constituer un moyen continu de contrôler les résultats du procédé et de repérer certaines dimensions de particules, par exemple les spores parasites, et davantage. Dans un système compteur de base, on trouve un certain nombre de capteurs à photodiodes qui détectent diverses longueurs d'ondes lumineuses ou lasers.

Les compteurs de particules sont issus d'une technologie relativement récente qui peut être utile pour optimiser ou surveiller un procédé d'épuration. Les compteurs de particules peuvent déceler les dimensions et le nombre de particules dans le liquide à traiter. Il n'existe pas de norme d'étalonnage reconnue pour ces compteurs, de sorte que les résultats selon les procédés individuels peuvent varier d'un instrument à l'autre.

L'avantage du comptage des particules est de permettre de compiler des données sur la qualité de l'eau d'après le centilage de cas de particules. L'information peut servir d'indice de référence sur la qualité de l'eau, d'indicateur de rendement de l'épuration, de surveillance des tendances en matière de qualité de l'eau et peut aider à préciser les besoins opérationnels d'entretien et à optimiser le rendement des procédés d'épuration. Lorsqu'on observe des différences ou fluctuations, on peut pousser l'enquête plus loin.

Les dénombrements de particules peuvent être fixés ou définis en fonction des limites d'exploitation connues, par exemple le taux de turbidité de l'eau traitée. Cela pourrait nécessiter la définition d'un certain nombre de dénombrements partiels dans la gamme des 3 à 15 microns (10 dénombrements) et dans la gamme de moins de deux microns (30 dénombrements). D'après les limites opérationnelles établies, une hausse subite du nombre de dénombrements à l'intérieur de cette limite peut être l'indice que quelque chose s'est produit dans le procédé.

La technique du comptage de particules coûte cher, soit environ 5 000 $, plus 4 500 $ supplémentaires pour le logiciel d'analyse et d'évaluation. Pour le moment, c'est au-delà des moyens prévus pour un petit procédé d'épuration. La technologie devrait être utilisée davantage à l'avenir à mesure qu'on aura davantage besoin de procédures d'assurance-qualité/contrôle-qualité. Cette technique devrait combler un vide dans la technologie du dénombrement complet des particules et pourrait même, à l'avenir, permettre de détecter des particules submicroniques, par exemple des virus, voire d'identifier en partie la composition des particules (organique ou inorganique, viable ou non).

Le coût actuellement élevé des compteurs de particules interdit d'envisager cette technologie dans les systèmes de réutilisation de l'eau des résidences.

4.12 Technologie d'analyse de gènes

Mieux on connaîtra les codes de l'ADN génétique, plus on pourra déceler un groupe complexe de microbes. Dans le passé, les épreuves d'analyse de gènes étaient limitées aux bio-analyses traditionnelles portant sur un groupe restreint d'organismes indicateurs. Les chercheurs créent et mettent au point de nouvelles méthodes qui reposent sur l'identification de séquences d'acide nucléique du code génétique des microbes.

Cette technologie devrait offrir une solution de rechange valable aux analyses microbiennes plus classiques utilisées actuellement dans l'industrie de l'eau (cultures bactériennes sur support sélectif). L'application des analyseurs de gènes pour la détection des microbes dans l'eau est la preuve que la technologie de l'analyse de gènes pourrait bientôt offrir à l'industrie de l'eau des méthodes simples, fiables et peu coûteuses pour évaluer la qualité microbienne de l'eau. On poursuit les efforts de recherche dans ce domaine.

4.13 Automatisation

Dans une étude de l'observation de la réglementation de l'eau par les États, le General Accounting Office des États-Unis mentionnait les lacunes des opérateurs en tant que facteur important dans les problèmes de qualité et de traitement de l'eau. Dans les études canadiennes de réglementation ou d'optimisation, on est arrivé à des constatations analogues. Les opérateurs des systèmes résidentiels n'auront probablement que peu de formation officielle, s'ils en ont, et il sera donc très difficile de maintenir un niveau de rendement constant et acceptable en matière de qualité de l'eau dans le cas des systèmes de réutilisation privés.

Avec l'avènement des systèmes de commande électronique et des microprocesseurs, comme des terminaux distants, les commandes à logique

programmable (CLP) et autres composantes d'un système de commande de surveillance, il est possible d'automatiser entièrement ou en partie les procédés d'épuration. Les avantages d'un procédé automatisé sont les résultats cohérents et fiables en matière de qualité de l'eau. Il existe un certain nombre de systèmes experts informatisés ou encore, on peut programmer sur ordinateur les étapes logiques pour régler, analyser et surveiller le procédé.

Pour un petit système de réutilisation de l'eau comportant des soupapes électroniques, des pompes, du matériel de surveillance et des appareils de désinfection, on peut utiliser un petit contrôleur programmable. Un contrôleur programmable à 20 ou 30 points d'entrée et de sortie devrait être adéquat pour un petit système.

Le coût d'une CLP peut se situer entre 500 $ et 1 000 $ par appareil. Les appareils peuvent être programmés soit par l'entremise d'un représentant du fabricant qui saisira le tableau des fonctions logiques, ou par l'opérateur directement à l'aide de fonctions définies par l'utilisateur et de touches de saisie. Une solution de rechange aux contrôleurs programmables est d'envisager le recours à des relais électroniques qui peuvent offrir des fonctions rudimentaires de commande d'après une séquence d'événements logiques simples OUVERT/FERMÉ.

On recommande l'intégration de contrôleurs dans les petits systèmes de réutilisation de l'eau. Les exigences de contrôle en matière d'exploitation et d'entretien doivent être envisagées à l'étape de la planification de l'installation.

5.0 ANALYSE

Nous traitons ici des exigences d'un protocole de surveillance et de contrôle des petits systèmes de réutilisation de l'eau dans les résidences. Nous donnons les constatations d'un atelier tenu avec du personnel clé des organismes de santé et d'environnement appelé le Protocole d'Ottawa 1999 - Réutilisation de l'eau locale au Canada (*On-Site Water Reuse in Canada - Ottawa '99 Protocol*). Nous exposons dans ce qui suit l'essentiel de l'analyse et des constatations des organismes clés relativement aux exigences d'un protocole de surveillance et de contrôle pour les systèmes de réutilisation de l'eau locale.

Paramètres de qualité de l'eau - Protocole d'Ottawa 1999

1. Les paramètres microbiologiques de réutilisation de l'eau pour la chasse des toilettes devraient être conformes aux critères de contact corporel pour la natation et les bains. On a estimé qu'un intervalle de 0 à 200 dénombrements par 100 mg pour les coliformes fécaux serait raisonnable, du point de vue de la santé ou de l'acceptabilité par le public. On peut, pour confirmer si les conditions demeurent adéquates, effectuer des épreuves fréquentes sur les concentrations résiduelles de désinfectant, paramètre plus facilement vérifiable qu'une culture bactérienne.

2. Il faut envisager la turbidité dans tout programme surveillé. On a estimé que le critère raisonnable serait une limite maximale de 20 uTN.

3. La couleur, à titre de paramètre esthétique, devrait être établie d'après les conditions locales puisque l'eau brute, dans une collectivité, peut déjà être fortement colorée.

4. Les épreuves concernant les solides et la conductivité, même si elles sont utiles à court terme pour la mise en service d'un système d'épuration, n'ont pas été jugées nécessaires à un programme de surveillance à long terme, pourvu que les autres paramètres clés demeurent surveillés dans l'installation.

5. Les intervenants sont arrivés à la conclusion que l'établissement de critères de surveillance pour certains autres paramètres comme les produits chimiques organiques, les produits chimiques inorganiques et la demande biologique en oxygène, même s'ils peuvent être nécessaires dans le processus de conception du traitement dans l'appareil, n'est pas essentiel pour la réutilisation de l'eau dans les toilettes.

6. On est arrivé à la conclusion qu'il fallait conserver une concentration résiduelle de désinfectant dans le réseau de distribution. Les participants au Protocole ont privilégié la chloration pour garantir des concentrations résiduelles dans les canalisations.

7. Si l'installation fonctionne correctement, on peut alors s'attendre que l'eau soit acceptable sur le plan esthétique (couleur et odeur).

Matériel de contrôle de surveillance

Nous faisons état ici d'un certain nombre d'instruments de surveillance et de procédures d'essai. Nous exposons dans ce qui suit les constatations concernant l'équipement et les stratégies d'intégration à des programmes de surveillance des systèmes de réutilisation de l'eau des résidences.

8. Pour les épreuves microbiologiques et(ou) la vérification, on recommande le recours à un laboratoire privé ou à un simple testeur tube P/A.

9. Pour les épreuves du chlore résiduel, on recommande des trousses d'épreuve, qui peuvent être une solution rentable.

10. On estime trop coûteux, dans une application résidentielle, le recours à du matériel d'essai spécifique, par exemple conductimètres, colorimètres et spectrophotomètres, pour la surveillance continue ou les épreuves internes. S'il faut effectuer des épreuves sur les substances chimiques organiques ou inorganiques, on doit envisager de faire appel à un laboratoire.

11. Dans tout programme de surveillance, il faut mesurer la turbidité. Si le nombre d'échantillons suffit à justifier l'achat d'un appareil, envisager alors un turbidimètre portatif, sinon, on recommande que les épreuves de turbidité soient effectuées par des services de laboratoire.

12. Il existe un certain nombre de techniques et d'instruments tout nouveaux et en perfectionnement, tels que les compteurs de particules et les techniques d'analyse de gènes, qui offrent des perspectives très prometteuses comme outils de surveillance. Ces techniques pourraient offrir à l'industrie de l'eau des méthodes fiables et peu coûteuses de vérification des paramètres. Il faudra d'autres recherches et(ou) une baisse du coût des instruments pour que ces techniques soient accessibles au plus grand nombre.

13. On recommande l'utilisation et l'intégration de contrôleurs automatiques dans les petits systèmes de réutilisation de l'eau.

Les constatations exposées ici sont à la base d'un protocole provisoire d'outils de surveillance pour les systèmes de réutilisation indirecte de l'eau (chasse des toilettes). Nous avons dégagé les paramètres clés à surveiller et fourni des suggestions sur l'utilisation du matériel de commande et les procédures d'épreuves d'un programme de surveillance de la réutilisation de l'eau des résidences.

Il est important d'insister sur ceci : les constatations et recommandations qui figurent aux présentes ne sauraient être un critère définitif non plus qu'une évaluation des risques. Il s'agit plutôt de lignes directrices à envisager dans un programme de surveillance. Chaque organisme de réglementation aura ses propres préoccupations, qui pourront être réglées séparément dans chaque cas. L'information donnée ici devrait être un bon outil de référence et un point de départ qui peut être évoqué par les organismes de réglementation, les concepteurs et les propriétaires des résidences pour décider des divers paramètres de surveillance et des composantes des systèmes de contrôle d'un programme de surveillance de la réutilisation de l'eau dans les résidences.

ANNEXE A
BIBLIOGRAPHIE

American Water Works Association (1986), AWWA Manual M24, deuxième édition, Manual of Water Supply Practices, Dual Water Systems, Denver, Colorado.

AWWA Journal (septembre 1991), Application of Gene Probe Technology to the Water Industry, K. Richardson, M. Stewart et R. Wolfe.

Environmental Science & Engineering (janvier 1999), Particle Counting - a powerful tool in water analysis, Jim Isenhart, Hach Company.

Santé Canada (1996), Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Sixième édition, Santé Canada, Ottawa, Ontario.

SCHL (1997), Obstacles posés par la réglementation à la réutilisation de l'eau locale, Association canadienne des eaux potables et usées, Ottawa, Ontario.

SCHL (1996), Monitoring Program For the Toronto Healthy Houses Water System - dossier SCHL nº : 6740-5, A. R. Townshend, Blue Heron Environmental Technology, Ottawa, Ontario.

SCHL (1998), Innovation en matière de gestion de l'eau d'alimentation et des eaux usées en milieu résidentiel, T.D. Waller, J. Moogrs, A. Samosite, B. Sangly, Daltecaa, Université de Dalhousie, Nouvelle-Écosse.

SCHL (1997), Guide de demande pour les systèmes de réutilisation de l'eau, J. Stidwill, totten sims hubicki Associates, Ottawa, Ontario.

SCHL (1998), Conservation Co-op Residential Water Reclamation, R. Dunn, J. Stidwill, J. Schaefer, totten sims hubicki Associates, Ottawa, Ontario.

ANNEXE B
ON-SITE WATER REUSE IN CANADA - OTTAWA '99 PROTOCOL (RÉUTILISATION DE L'EAU LOCALE AU CANADA - PROTOCOLE D'OTTAWA 1999)

ORDRE DU JOUR

- Introduction
- Objectifs du Protocole
- Contexte
  - Systèmes de réutilisation de l'eau
  - Obstacles à l'application des systèmes de réutilisation
- Interaction
  - Paramètres à surveiller
  - Type de surveillance
  - Que faire ensuite

INTRODUCTION

- Mot de bienvenue/remerciements
- Rôle et activités de la SCHL dans la réutilisation de l'eau
- Description de la proposition
- Participants de la table ronde
- Expérience des participants
- Présentation de l'équipe de consultants
- Que faire ensuite/Que faire de l'information reçue à la table ronde

EXIGENCES

- Notes/crayons
- Café/beignets
- Rétroprojecteur
- Tableau à feuilles volantes/porte-tableau
- Ruban gommé/annexe
- Identification des intervenants/attribution des places/insignes porte-nom
- Curriculum vitae
- Secrétaire de réunion
- Exemplaire du feuillet du MDE sur les objectifs de potabilité de l'eau
- Autres documents?

OBSTACLES À LA RÉUTILISATION DE L'EAU

- Réglementaires
  - codes de plomberie et du bâtiment, règlements municipaux
- Absence de contrôles, de lignes directrices et d'orientations au Canada
- Absence de données sûres concernant le rendement des systèmes de réutilisation
- Abondance de l'eau au Canada

OBJECTIFS DU PROTOCOLE

- Élaborer un protocole provisoire de surveillance pour les systèmes de réutilisation de l'eau non potable sans contact corporel.
- Préciser les paramètres de surveillance.
- Établir le type de programme de surveillance à mettre en place.

SYSTÈMES DE RÉUTILISATION DE L'EAU

- Eaux brunes, eaux grises/eaux légèrement grises
- Exemples de recherches - SCHL
  - Réutilisation
- Eau de consommation
  - Contact corporel
  - Non potable/sans contact corporel
- Lavage
  - Irrigation
  - Toilettes

PARAMÈTRES DE RÉUTILISATION DE L'EAU

- Épuration au niveau maximal/pratique/ raisonnable

A. Paramètres de l'eau potable
B. Paramètres de l'eau de contact corporel
C. Paramètres de l'eau non potable/sans contact corporel
   - Lavage
   - Irrigation
   - Toilettes

PARAMÈTRES

RAISONS DE L'INCLUSION	PROBLÈMES/DIFFICULTÉS
FRÉQUENCE GÉNÉRALE	
Court terme	
Long terme	
Intervalle limite :	
Conclusion générale :	

PARAMÈTRES DE RÉUTILISATION POUR LES TOILETTES

A. Bactériologiques
   - Coliformes

B. Physiques/chimiques
   - Turbidité
   - Couleur
   - Total des solides en suspension
   - Total des solides dissous
   - Conductivité
   - pH
   - Matières chimiques inorganiques
   - Matières chimiques organiques

C. Demande biologique en oxygène (DBO)

D. Autres

PROTOCOLE DE SURVEILLANCE

Surveillance nécessaire

- Surveillance automatique en direct
- Trousses de terrain
- Échantillons gradués - Laboratoire commercial
- Échantillons composites - Laboratoire commercial

Fréquence - Normes

PARAMÈTRES DE RÉUTILISATION POUR LES TOILETTES

Rapport de l'AWWA

Catégorie réutilisation urbaine restreinte, soit irrigation, toilettes, arrosage, lutte contre les incendies, nettoyage des rues.

Turbidité.....2 à 5 uTN
Solides en suspension ...5 à 30 mg/L
Coliformes. .....75 % des échantillons CF sur 30 périodes sous le seuil de détection. Aucun échantillon au-dessus de 200/100 mL
DBO. .....5 à 30 mg/L

Conservation Cooperative - SCHL

Paramètre	Concentration d'eau légèrement grise traitée
Total des solides en suspension	10 mg/L
Turbidité	20 uTN
Couleur	30 uCV
Bactériologique	Conforme aux normes de l'eau potable
Fer	1,0 mg/L
Manganèse	0,5 mg/L

Option eau légèrement grise de la SCHL - Townshend

Turbidité . .....20 uTN
Couleur .....30 uCV
Manganèse .....0,5 mg/L
Fer.....1,0 mg/L
Cuivre ... .1,0 mg/L

Réutilisation de l'eau locale au Canada Participants au Protocole d'Ottawa 1999

Goff Jenkins
Spécialiste de l'eau potable
Section des normes d'eau potable, eaux usées et bassins hydrographiques
Direction de l'élaboration des normes
Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario
2, avenue St. Clair ouest
12e étage
Toronto, ON M4V 1L5

Michèle Giddings
Évaluatrice principale
Section de l'eau potable
Bureau de la sécurité des produits, Direction de l'hygiène du milieu
Direction générale de la protection de la santé, Santé Canada
Immeuble Jeanne-Mance
Parc Tunney, localisateur d'adresse 1912A
Ottawa, ON K1A 0K9

Steve Burns
Gestionnaire de district, district d'Ottawa
Région est, ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario
2435 Holly Lane
Ottawa, ON K1V 7P2

T. Duncan Ellison
Directeur général
45, rue Rideau, bureau 402
Ottawa, ON K1N 5W8
Réutilisation de l'eau locale au Canada
Participants au Protocole d'Ottawa 1999

Gillian Huntley
Analyste en gestion des eaux
Direction des enjeux hydriques
Direction générale des écosystèmes et des ressources environnementales
Environnement Canada
351, boulevard Saint-Joseph
Hull, Québec K1A 0H3

Al Raven
Directeur, Hygiène du milieu, Division du contrôle des maladies transmissibles
Service de la santé d'Ottawa-Carleton
495, chemin Richmond
Ottawa, ON K2A 4A4

Trish Johnson-Cover
Gestionnaire, Direction de la diversion des déchets et de la stratégie d'efficacité d'utilisation de l'eau
Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton
Place Cartier, 111, rue Lisgar
Ottawa, ON K2P 2L7

Christopher Ives
Recherchiste principal
Société canadienne d'hypothèques et de logement
Bureau national, 700, chemin de Montréal
Ottawa, ON K1A 0P7

Stéphanie McFadyen
Recherchiste
Société canadienne d'hypothèques et de logement
Bureau national, 700, chemin de Montréal
Ottawa, ON K1A 0P7

Cate Soroczan
Recherchiste
Société canadienne d'hypothèques et de logement
Bureau national, 700, chemin de Montréal
Ottawa, ON K1A 0P7

Robert Dunn
totten sims hubicki Associates
240, croissant Terence Matthews
Kanata, ON K2M 2C4

John Stidwill
totten sims hubicki Associates
240, croissant Terence Matthews
Kanata, ON K2M 2C4

Jason Schaefer
totten sims hubicki Associates
240, croissant Terence Matthews
Kanata, ON K2M 2C4